

ПИД-РЕГУЛЯТОР ОДНОКАНАЛЬНЫЙ

**Руководство по эксплуатации
и паспорт**

Содержание

Введение	3
1 Назначение	4
2 Технические характеристики	6
3 Устройство и работа прибора	12
3.1 Функциональная схема прибора	12
3.2 Конструкция прибора	16
3.3 Работа прибора	18
3.3.1 Режим “Работа”	18
3.3.2 Режим “Параметры”	25
3.3.3 Режим “Компаратор”	33
3.3.4 Режим “Константы ПИД”	41
3.3.5 Режим “Калибровка”	45
3.3.6 Режим “Восстановление”	48
3.3.7 Режим “Самонастройка”	49
3.3.8 Режим “Настройка RS-485”	51
4 Маркировка и пломбирование	54
5 Упаковка	54
6 Эксплуатационные ограничения	55
7 Меры безопасности	56
8 Подготовка прибора к использованию	57
9 Использование прибора	59
10 Техническое обслуживание	60

11 Хранение	60
12 Транспортирование	61
13 Комплектность	61
14 Гарантии изготовителя	61
15 Свидетельство о приемке и продаже	62
Приложение А – Калибровка прибора с ТС	63
Приложение Б – Ручная настройка ПИД-регулятора	64

Настоящее руководство по эксплуатации и паспорт предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием ПИД-регулятора одноканального РП1 (в дальнейшем по тексту “прибор”).

1 Назначение

1.1 Прибор предназначен для приема и преобразования сигнала, поступающего от термопреобразователя сопротивления (ТС), в значение температуры и отображения его на встроенном цифровом индикаторе. Одновременно прибор осуществляет регулирование температурой объекта по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону.

Прибор автоматически контролирует состояние ТС, нахождение измеренной температуры вне установленного диапазона измерений, правильность ввода параметров и проведения калибровки прибора. По результатам контроля формируется сигнал “Ошибка”.

1.2 Прибор может быть использован для контроля выполнения различных технологических процессов в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве.

1.3 Прибор позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры различных объектов с помощью стандартных ТС;
- отображение на встроенном светодиодном цифровом индикаторе текущего значения температуры объекта;
- регулирование температурой объекта по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону;
- формирование сигнала компаратора, который можно использовать для двухпози-

- ционного регулирования и/или для сигнализации о нахождении измеренной температуры объекта относительно заданного поля допуска;
- световую индикацию режима работы прибора;
 - возможность изменения заданного значения температуры (уставки) для ПИД-регулятора, а также уставки (верхней и нижней границ поля допуска) и гистерезиса с целью формирования заданного поля допуска для компаратора;
 - формирование сигнала “Ошибка”;
 - программное изменение параметров характеристики преобразования.

1.4 Функциональные параметры измерения и контроля задаются обслуживающим персоналом и сохраняются при отключении питания в энергонезависимой памяти прибора.

1.5 Прибор предназначен для использования в следующих условиях окружающей среды:

температура воздуха, окружающего корпус прибора	+5...+50°C;
атмосферное давление	86...107 кПа;
относительная влажность воздуха (при температуре +35°C)	30...80%.

2 Технические характеристики

2.1 Основные технические характеристики приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Основные технические характеристики прибора

Наименование характеристики	Значение величины
Номинальное напряжение питания, В	220
Допустимое отклонение напряжения питания, %	-15...+10
Потребляемая мощность, Вт	не более 6
Уставка для ПИД-регулятора*, °С	от -50,0 до 600,0
Уставка для компаратора*, °С	от -50,0 до 600,0
Гистерезис для компаратора, °С	от 0,0 до 600,0
Нижняя граница поля допуска компаратора*, °С	от -50,0 до 600,0
Верхняя граница поля допуска компаратора*, °С	от -50,0 до 600,0
Тип входного датчика	По таблице 2.2
Смещение характеристики, °С	от -99,9 до 999,9
Наклон характеристики	от 0,001 до 9,999
Полоса фильтра, °С	от 0,1 до 999,9
Время усреднения, количество периодов измерения	от 0 до 9
Тип логики работы прибора (ПИД-регулятора)	По таблице 2.3

Продолжение таблицы 2.1

Наименование характеристики	Значение величины
Тип выходного устройства	По таблице 2.4
Период индикации измеренной величины, с	от 1 до 99
Тип логики работы компаратора	По таблице 2.5
Период опроса датчика, не более, с	1
Задержка включения выходного устройства, с	от 0 до 255
Задержка выключения выходного устройства, с	от 0 до 255
Удержание замкнутым выходного устройства, с	от 0 до 255
Удержание разомкнутым выходного устройства, с	от 0 до 255
Длительность выходного сигнала, с	от 0 до 255
Период следования ШИМ-сигнала, с	от 1 до 99
Коэффициент пропорциональности	от 0,1 до 999,9
Постоянная времени интегрирования, с	от 1 до 9999
Постоянная времени дифференцирования, с	от 1 до 9999
Гистерезис для ПИД-регулятора, °С	от 0,1 до 999,9
Уровень мощности, %	от 0 до 100
Диапазон измерения температуры*, °С	от -50 до 600

Продолжение таблицы 2.1

Наименование характеристики	Значение величины
Номер прибора в сети	от 0 до 255
Скорость обмена данными	По таблице 2.6
Количество бит данных	По таблице 2.7
Вид паритета	По таблице 2.8
Количество стоповых битов	По таблице 2.9
Параметры выходного устройства	По таблице 2.10
Предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразования (без учета погрешности датчика)	$\pm 0,5\%$
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора	72x72x90 мм
Масса прибора	не более 0,5 кг
Примечания. 1 Значения характеристик, отмеченные знаком *, определяются параметрами входных датчиков (см. таблицу 2.2) 2 Возможно изготовление по отдельному договору приборов, имеющих со стороны передней панели степень защиты IP54	

Таблица 2.2 – Входные датчики и их параметры

Код дат- чика	Термопреобразователи сопротивления по ДСТУ 2858-94 (ГОСТ 6651-94)		
	Тип	НСХ	Диапазон измерения, °С
01	ТСМ 50 W=1,4260	50М	-50...+200
02	ТСМ 50 W=1,4280	50М	-50...+200
03	ТСП 50 W=1,3850	Pt50	-50...+600
04	ТСП 50 W=1,3910	50П	-50...+600
05	ТСМ 100 W=1,4260	100М	-50...+200
06	ТСМ 100 W=1,4280	100М	-50...+200
07	ТСП 100 W=1,3850	Pt100	-50...+600
08	ТСП 100 W=1,3910	100П	-50...+600
Примечания. 1 Разрешающая способность ТС составляет 0,1°С. 2 В таблице указаны диапазоны измерения температуры, на которые откалиброван прибор.			

Таблица 2.3 – Тип логики работы прибора (ПИД-регулятора)

Тип логики	Назначение
00	Измеритель
01	Управление нагревателем
02	Управление холодильником

Таблица 2.4 – Тип выходного устройства

Условный номер	Тип устройства
00	Транзистор, симистор
01	Электромагнитное реле

Таблица 2.5 – Тип логики работы компаратора

Тип логики	Назначение
00	Измеритель
01	Управление нагревателем
02	Управление холодильником
03	“П” - образная характеристика
04	“U” - образная характеристика
05	Модернизированная “U” - образная характеристика

Таблица 2.6 – Скорость обмена данными по интерфейсу RS-485

Условный номер	Скорость обмена данными, бод
01	1200
02	2400
03	4800
04	9600

Таблица 2.7 – Количество бит данных

Условный номер	Количество бит данных
00	7
01	8

Таблица 2.8 – Вид паритета

Условный номер	Вид паритета
00	Отключен
01	Четность
02	Нечетность

Таблица 2.9 – Количество стоповых битов

Условный номер	Количество стоповых битов
00	1
01	2

Таблица 2.10 –Параметры выходных устройств

Тип	Параметр	
	Название	Значение
Оптопара сими-сторная	Максимальный ток нагрузки симистора	100 мА при напряжении 220 В 50 Гц
Электромагнитное реле	Максимальный ток, коммутируемый контактами	8 А при напряжении 220 В 50 Гц и $\cos\varphi > 0,4$
Транзисторный ключ	Максимальный ток нагрузки транзистора	100 мА при напряжении 40 В постоянного тока
Оптопара транзисторная	Максимальный ток нагрузки транзистора	200 мА при напряжении 30 В постоянного тока

3 Устройство и работа прибора

3.1 Функциональная схема прибора

3.1.1 Функциональная схема прибора приведена на рисунке 3.1.

3.1.2 К прибору подключают термопреобразователь сопротивления, обеспечивающий измерение температуры объекта.

Работа ТС основана на температурной зависимости электрического сопротивления металлов. ТС физически выполнен в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключенной в защитную гильзу. ТС характери-

зуются двумя параметрами: R_0 -сопротивление датчика при 0°C и W_{100} - отношение сопротивления датчика при 100°C к его сопротивлению при 0°C .

В приборе может быть применена двух- или трехпроводная схемы подключения ТС.

При трехпроводной схеме подключения к одному из выводов ТС подсоединены два провода, а третий подключен к другому выводу ТС. Такая схема позволяет скомпенсировать сопротивление соединительных проводов. При этом должно быть выполнено условие равенства сопротивлений всех трех проводов.

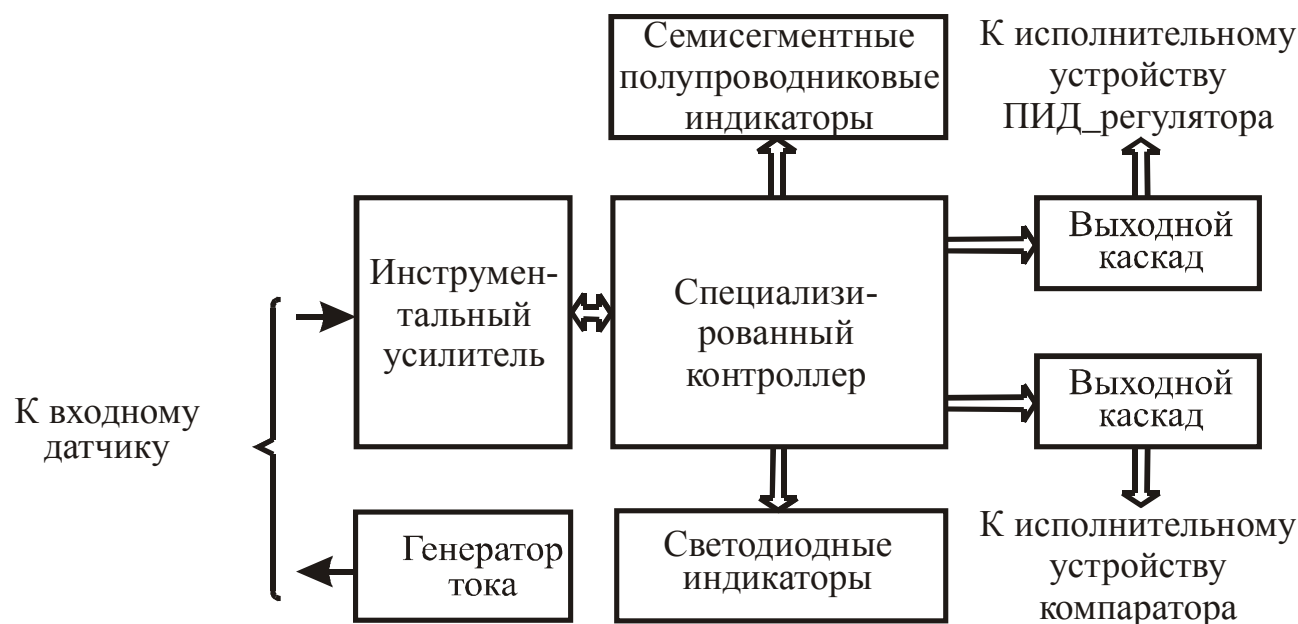


Рисунок 3.1 – Функциональная схема прибора

Генератор тока формирует на ТС зависящее от температуры объекта напряжение, которое через инструментальный усилитель подается на АЦП специализированного контролле-

ра. Выходной код АЦП обрабатывается специализированным контроллером, который, в частности, по введенной характеристике преобразования ТС рассчитывает температуру объекта с последующим выводом ее значения на семисегментные индикаторы.

3.1.3 ПИД-регулятор прибора вырабатывается управляющий сигнал Y , действие которого направлено на уменьшение отклонения текущего значения температуры объекта от заданной. Сигнал Y рассчитывается по соотношению:

$$Y = X_p \cdot \left(E_i + \tau_d \cdot \frac{\Delta E}{\Delta t_{\text{изм}}} + \frac{1}{\tau_i} \sum_{n=0}^{n=i} E_n \right),$$

где X_p - коэффициент пропорциональности;

E_i - разность между значениями измеренной и установленной температур объекта;

τ_d - постоянная времени дифференцирования;

ΔE - разность между двумя соседними разностями E ;

$\Delta t_{\text{изм}}$ - время между двумя соседними измерениями;

τ_i - постоянная времени интегрирования;

$\sum_{n=0}^{n=i} E_n$ - накопленная сумма отклонений.

Если значение разности по модулю меньше половины зоны нечувствительности $Hyst$, то значение разности E считается равной нулю. За пределами этой зоны значение E рассчитывается по формуле:

$$E = |E_p| - Hyst ,$$

где E_p - истинное отклонение.

3.1.4 Выходной сигнал ПИД-регулятора прибора плавно изменяется от 0 до 100% и подается на исполнительное устройство в виде релейного (импульсного) сигнала с помощью широтно-импульсной модуляции. Длительность релейных импульсов D относительно периода их следования рассчитывается по соотношению:

$$D = |Y| \cdot T_{сл} / 100 \% ,$$

где $T_{сл}$ - период следования ШИМ-импульсов.

3.1.5 Выходной управляющий сигнал может быть ограничен некоторой заданной величиной $Power$ (на схемах алгоритмов работы обозначена как $Power$). Если выходной сигнал прибора превышает заданную величину, то на исполнительное устройство выдается сигнал, равный $Power$.

3.1.6 Выходной сигнал компаратора предназначен для двухпозиционного регулирования температурой объекта и/или для сигнализации о нахождении измеренной температуры объекта относительно заданного поля допуска. Алгоритм его формирования определяет параметр “Тип логики работы компаратора”.

3.1.7 Специализированный контроллер формирует сигнал “Ошибка” в следующих случаях:

- обрыв или короткое замыкание ТС;
- нахождение измеренной температуры вне установленного диапазона измерений;
- неправильный ввод параметров;
- ошибка при проведении калибровки прибора.

Наличие ошибки сигнализируется миганием светодиода “К1” красного цвета.

3.1.8 Семисегментный полупроводниковый индикатор предназначен для визуализации

режимов работы прибора, а также результатов измерений.

Светодиодные индикаторы обеспечивают удобство работы с прибором. Они сигнализируют об особенностях работы прибора.

3.2 Конструкция прибора

3.2.1. Прибор выполнен в пластмассовом корпусе, предназначенном для щитового крепления.

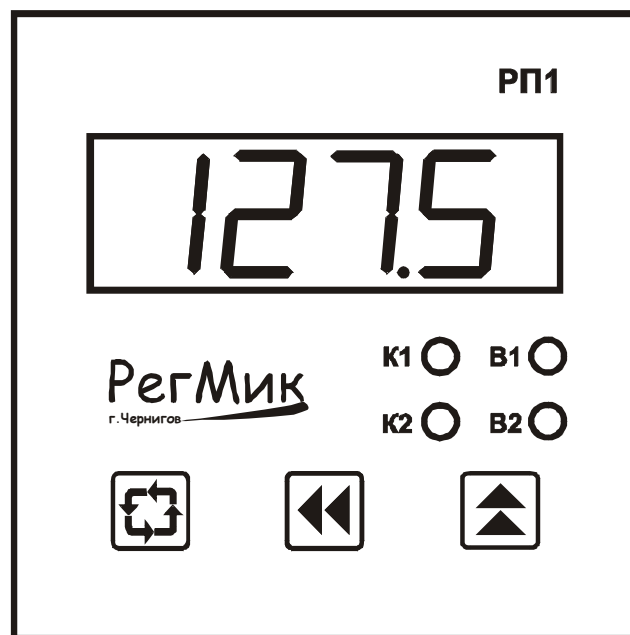


Рисунок 3.2 – Лицевая панель прибора

На лицевой панели прибора, вид которой приведен на рисунке 3.2, расположены четырехразрядный цифровой индикатор, служащий для отображения буквенно-цифровой информации, два двухцветных светодиодных индикатора “К1” и “К2”, два обычных светодиодных индикатора “В1” и “В2”, которые сигнализируют о режимах работы прибора, и три кнопки управления.

На задней стенке прибора размещены четыре группы клеммников «под винт», предназначенных для подключения ТС, цепи питания и внешних нагрузок.

3.2.2 Четырехразрядный цифровой индикатор предназначен, в основном, для отображения результатов измерений.

3.2.3 Светодиоды сигнализируют об особенностях работы прибора:

- одновременное зеленое свечение двухцветных светодиодов “К1” и “К2” сигнализирует

о программировании прибора;

- мигающее зеленое свечение двухцветного светодиода “К1” сигнализирует о повторном измерении температуры после воздействия помехи;
- мигающее красное свечение двухцветного светодиода “К1” сигнализирует о возникновении ошибки;
- красное свечение двухцветного светодиода “К1” сигнализирует о наличии на индикаторе мгновенных значений результатов измерения температуры;
- зеленое свечение двухцветного светодиода “К1” сигнализирует о вводе информации для работы ПИД-регулятора;
- зеленое свечение двухцветного светодиода “К2” сигнализирует о вводе информации для работы компаратора;
- желтое свечение светодиода “В1” и “В2” сигнализирует о формировании выходного сигнала ПИД-регулятора и компаратора соответственно.

3.2.4 Кнопка  (“Цикл”) предназначена, в основном, для циклического просмотра результатов измерения или установленных параметров.

3.2.5 Кнопки  (“Вверх”) и  (“Влево”) предназначены для ввода заданных значений температуры, а также параметров характеристики преобразования ТС.

Кнопка  обеспечивает выбор знакоместа, в котором будет изменена цифра, а кнопка  - циклическое изменения цифр на выбранном знакоместе.

3.3 Работа прибора

Прибор работает в одном из восьми режимов:

- 1 - “Работа”;
- 2 - “Параметры”;
- 3 - “Компаратор”;
- 4 - “Константы ПИД”;
- 5 - “Калибровка”;
- 6 - “Восстановление”;
- 7 - “Самонастройка”;
- 8 - “Настройка RS-485”.

Примечание – Режимам работы прибора условно присвоены номера от 1 до 8, которые применяются в качестве меток в схемах алгоритмов.

3.3.1 Режим “Работа”

3.3.1.1 Режим “Работа” является основным эксплуатационным режимом, в который прибор автоматически входит при включении питания. В данном режиме прибор производит опрос входного ТС, вычисляет по полученным данным текущее значение температуры объекта, отображает его на цифровом индикаторе и выдает соответствующий сигнал на выходное устройство.

3.3.1.2 В процессе работы прибор непрерывно контролирует наличие ошибок. В случае возникновения ошибок прибор сигнализирует об этом красным мигающим свечением двухцветного светодиода “К1”. При этом на цифровой индикатор выводится со-

общение в виде Er N, где N – номер ошибки, а выходное устройство по соответствующему каналу выключается. Перечень ошибок, которые автоматически контролируются прибором, приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Ошибки, которые автоматически контролируются прибором

Режим прибора	Сообщение на индикаторе	Причина возникновения ошибки
“Работа”	Er 1	Короткое замыкание ТС
	Er 2	Обрыв ТС
	Er 3	Измеренное значение температуры меньше нижнего предела диапазона измерения прибора
	Er 4	Измеренное значение температуры больше верхнего предела диапазона измерения прибора
“Коэффициенты”	Er 5	Не правильно введено значение параметра
“Калибровка”	Er 6	Сопротивления ТС на нижнем и верхнем пределах диапазона измерений совпадают

3.3.1.3 Алгоритм работы прибора в режиме “Работа” при различных типах логики работы компаратора показан на рисунках 3.3 – 3.6.

На рисунке 3.3 и последующих рисунках приняты следующие условные обозначения:



-нажатие кнопки;

 +  -одновременное нажатие кнопок;

 ,  -последовательное нажатие кнопок.

○ - свечение светодиода отсутствует;

● - красное свечение светодиода;

✱ - мигающее красное свечение светодиода;

● - зеленое свечение светодиода;

✱ - мигающее зеленое свечение светодиода.

3.3.1.4 Изменение показаний (значений) индикатора производят посредством кнопок  и , причем корректируется символ на том знакоместе, сегменты которого мигают.

Нажатие кнопки  приводит к циклическому изменению цифр от 0 до 9 на выбранном знакоместе.

Нажатие кнопки  обеспечивает циклический выбор знакомест.

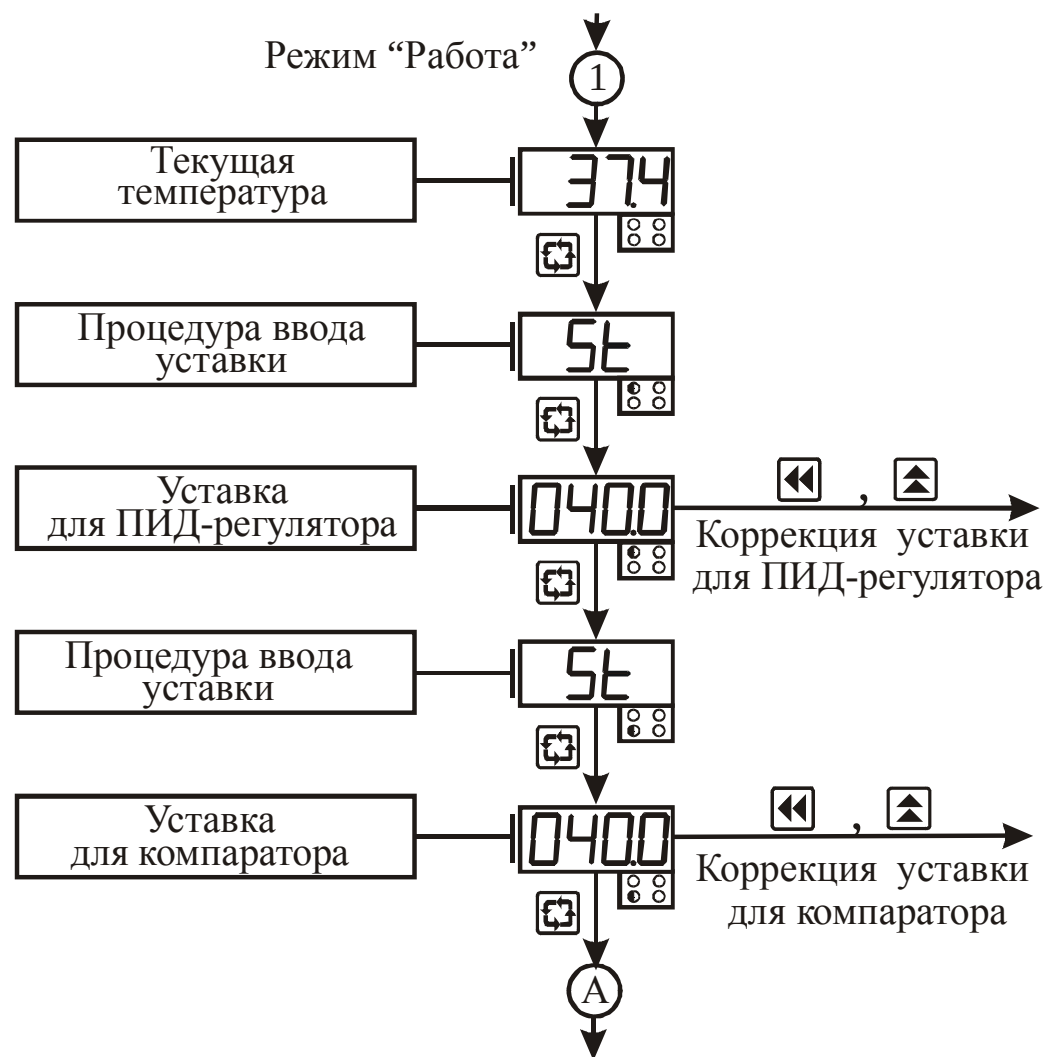


Рисунок 3.3 – Схема алгоритма работы прибора в режиме "Работа" при типах логики работы компаратора "01" и "02"

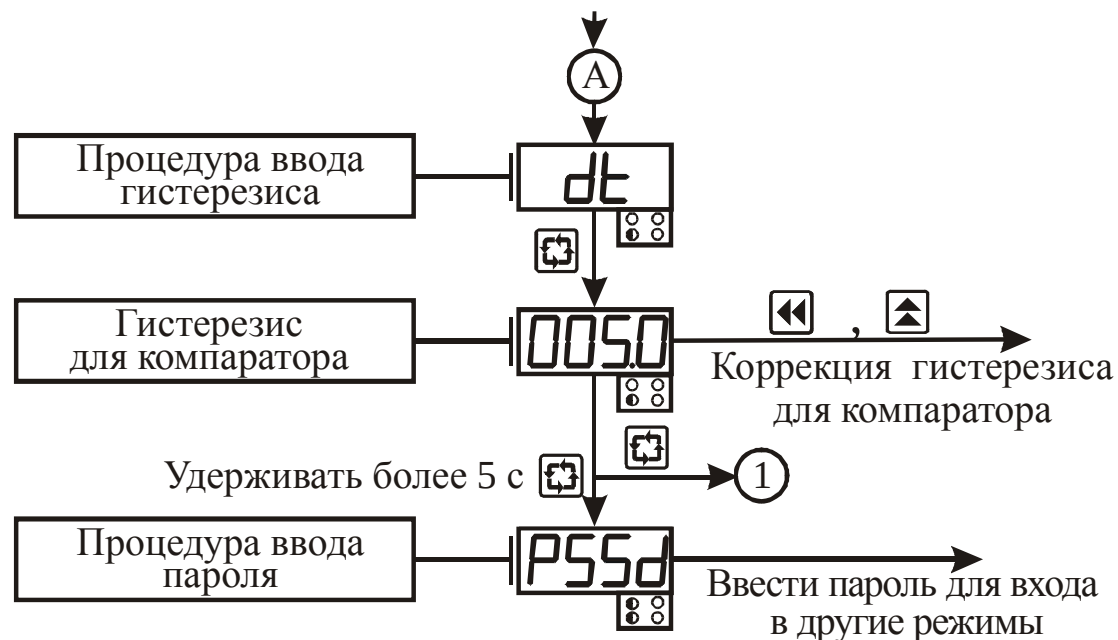


Рисунок 3.4 – Схема алгоритма работы прибора в режиме "Работа" при типах логики работы компаратора "01" и "02"(продолжение)

3.3.1.5 Тип логики "00" исключает вывод на цифровой индикатор:

- для ПИД-регулятора процедуру ввода уставки;
- для компаратора процедуры ввода уставки (нижней и верхней границ поля допуска) и гистерезиса.

Если установлен тип логики "00" для ПИД-регулятора и компаратора, то на цифровой индикатор выводятся только результаты измерения температуры объекта.

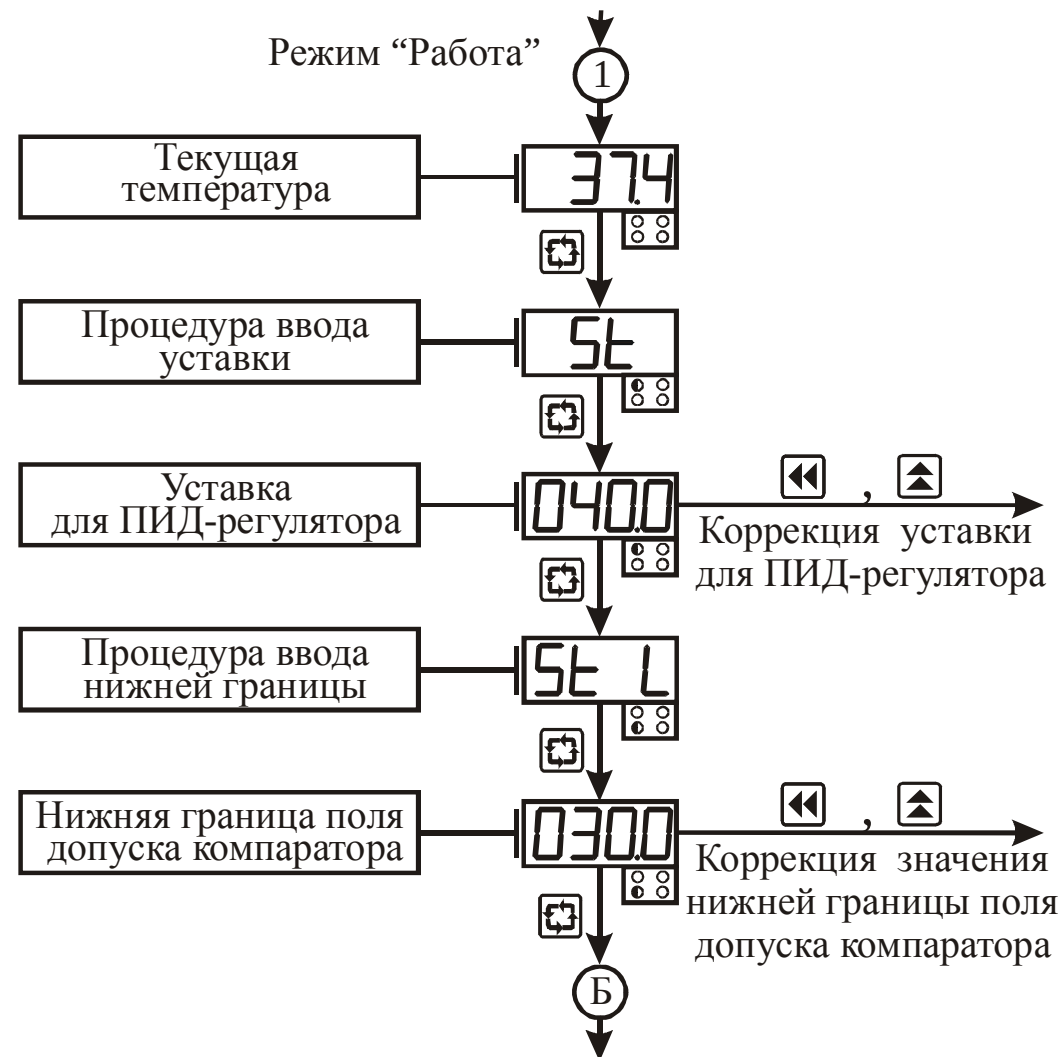


Рисунок 3.5 – Схема алгоритма работы прибора в режиме "Работа" при типах логики работы компаратора "03" - "05"

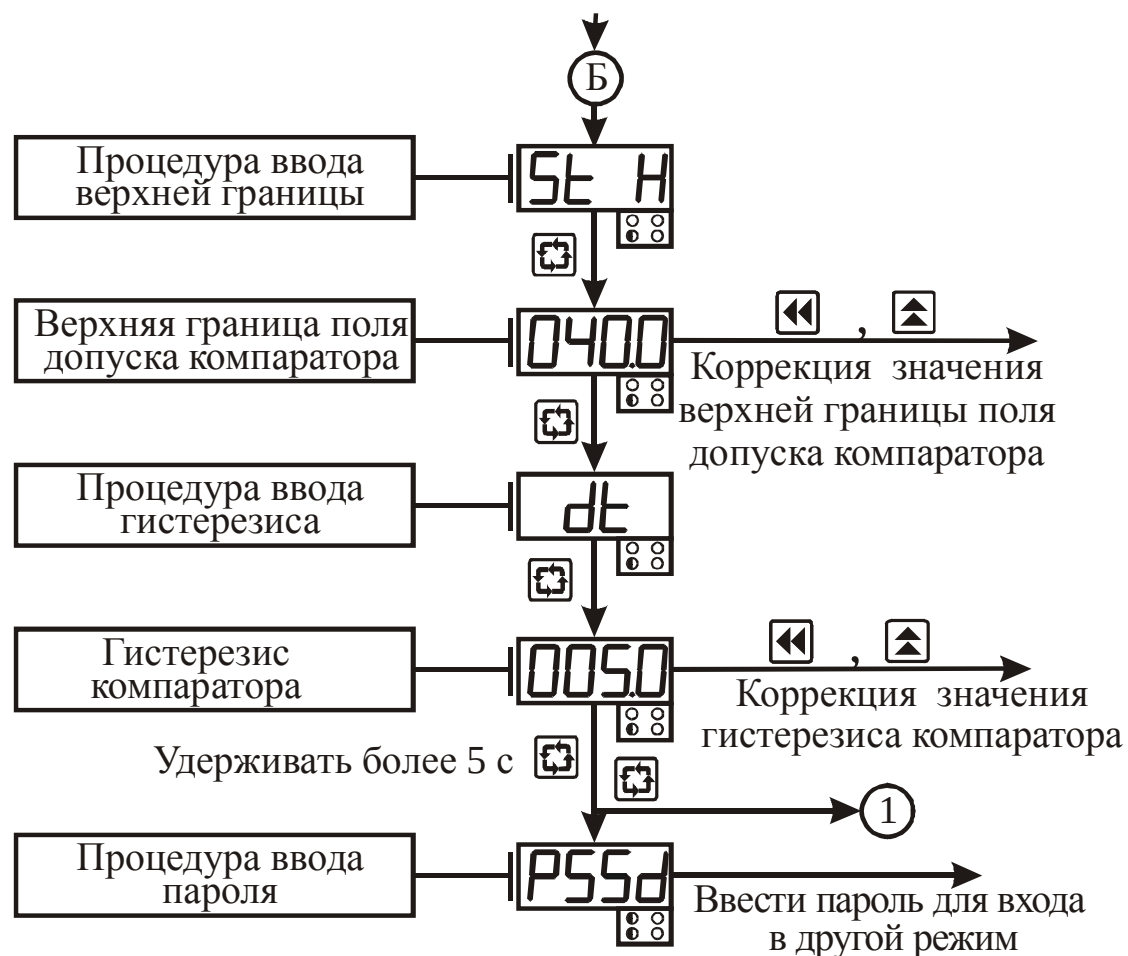


Рисунок 3.6 – Схема алгоритма работы прибора в режиме "Работа" при типах логики работы компаратора "03" - "05"(продолжение)

3.3.2 Режим “Параметры”

3.3.2.1 Режим “Параметры” предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора параметров обработки входной информации, формирования выходного сигнала и индикации результатов измерения. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

3.3.2.2 Метрологические характеристики прибора определяются введенными параметрами, поэтому доступ к их изменению возможен только по паролю, который указан в разделе 6 настоящего документа.

3.3.2.3 Вход в режим “Параметры” осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки “Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения  и последующим вводом пароля. Алгоритм работы в режиме “Параметры” приведен на рисунках 3.7 - 3.9.

3.3.2.4 Кнопка “Цикл” позволяет последовательно просмотреть все параметры. Значения параметров изменяют по алгоритму, описанному в п. 3.3.1.4.

3.3.3.5 В параметре “Тип датчика” указывают номер типа входного датчика по таблице 2.3.

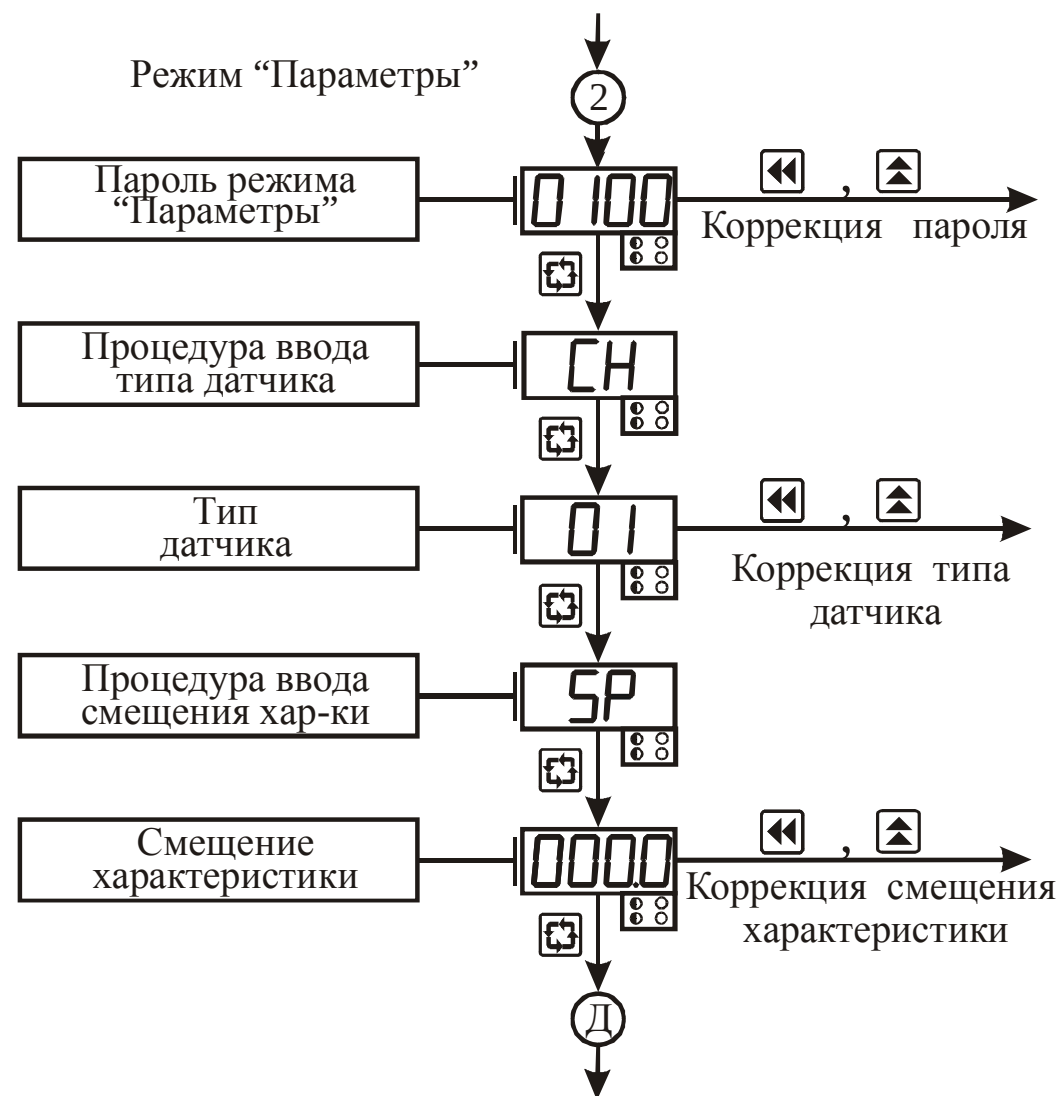


Рисунок 3.7 – Схема алгоритма работы в режиме “Параметры”

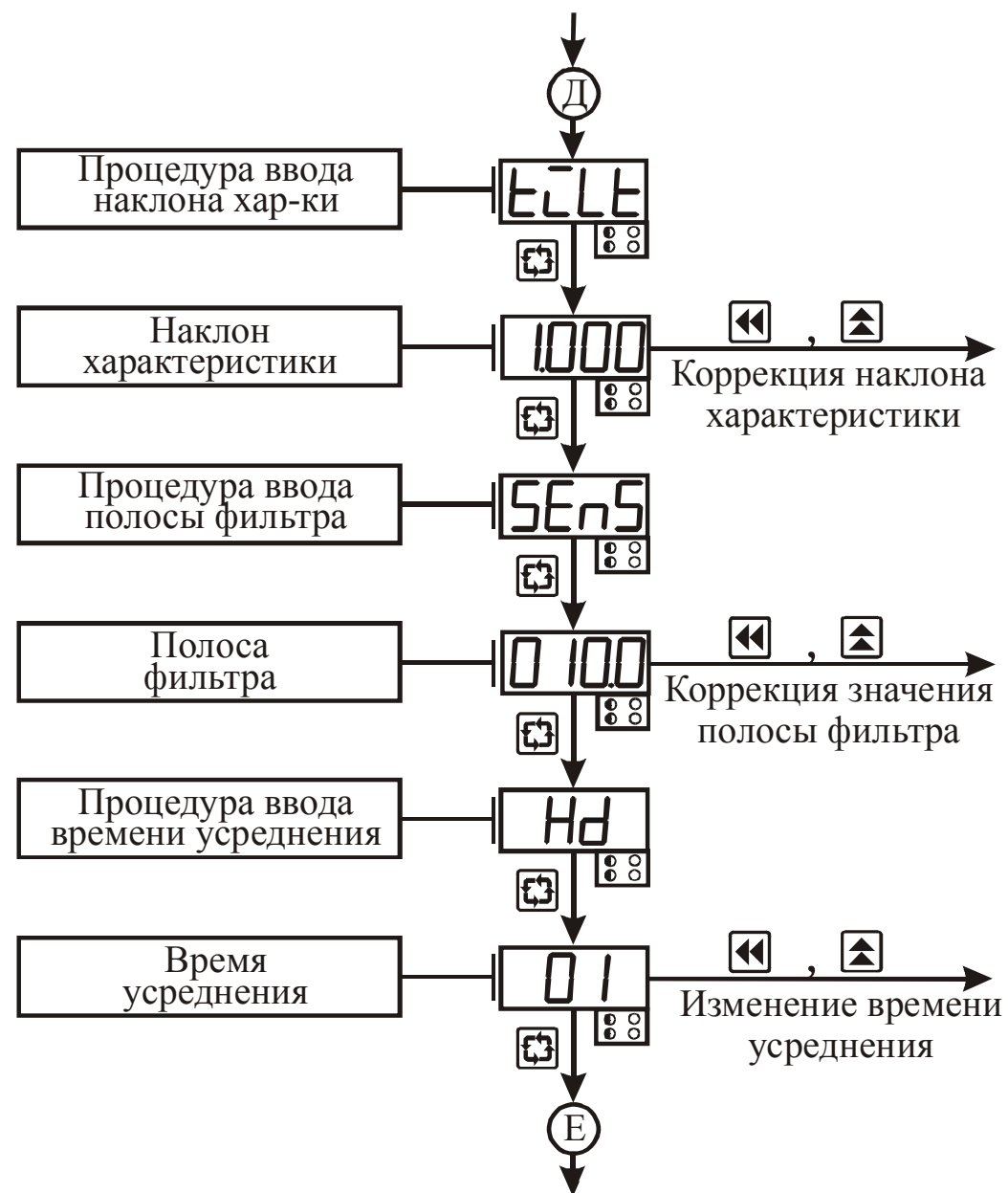


Рисунок 3.8 – Схема алгоритма работы в режиме “Параметры” (продолжение)

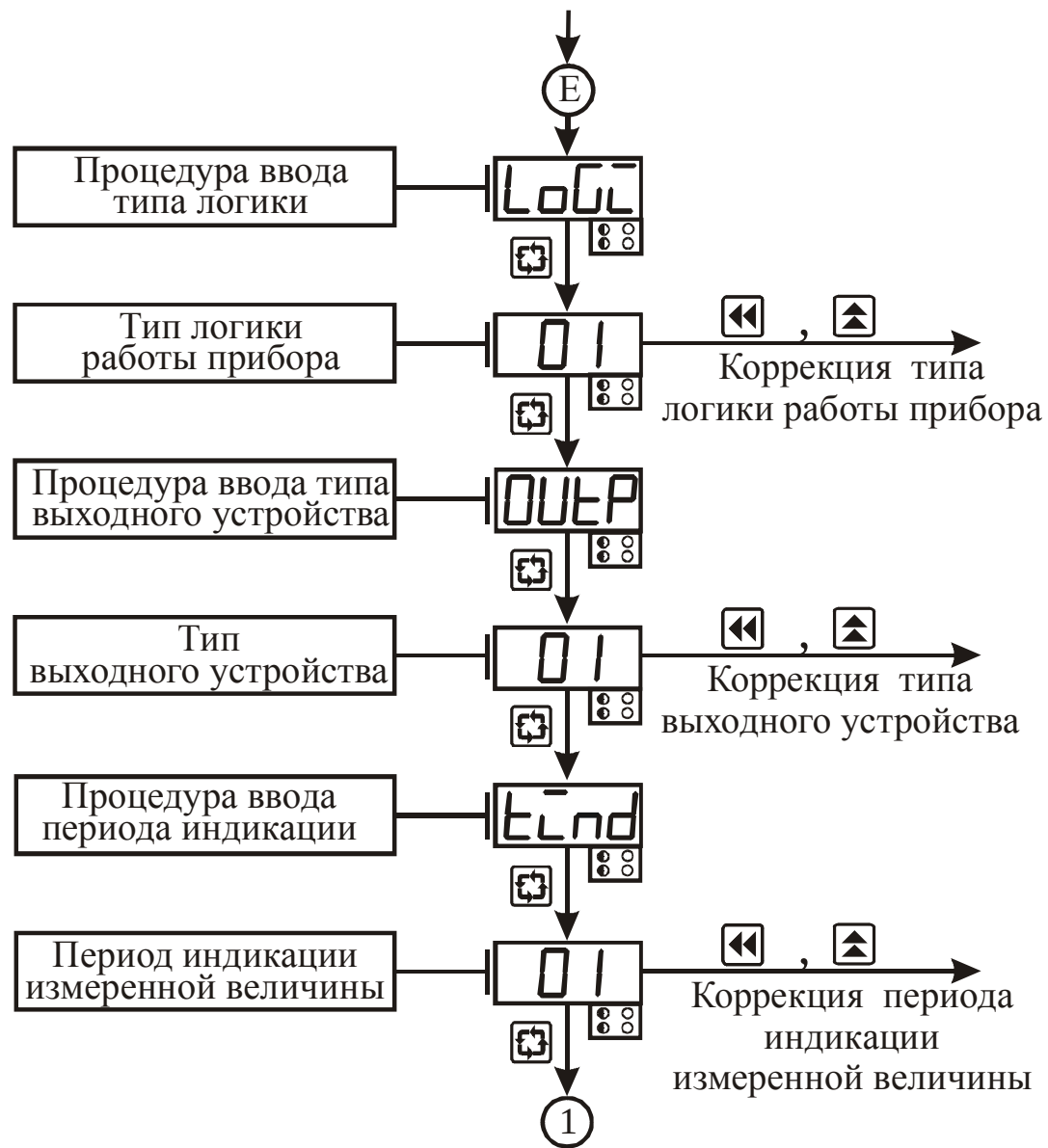


Рисунок 3.9 – Схема алгоритма работы в режиме “Параметры” (продолжение)

3.3.2.6 Параметры “Смещение характеристики” и “Наклон характеристики” определяют отклонение реальной характеристики преобразования от идеальной.

В процессе работы прибора “Смещение характеристики” прибавляется к измеренному значению температуры, а “Наклон характеристики” умножается на измеренное значение температуры плюс “Смещение характеристики”.

Коррекция “Смещение характеристики” используется, в частности, для компенсации погрешностей, вносимых сопротивлениями подводящих проводов (при подключении ТС по двухпроводной схеме).

Коррекция “Наклон характеристики” используется, например, для компенсации погрешностей ТС (при отклонении значений R_0 и W_{100}) и погрешностей из-за разброса входных сопротивлений прибора.

На рисунке 3.10 пояснено влияние параметров “Смещение характеристики” и “Наклон характеристики” на характеристику преобразования.

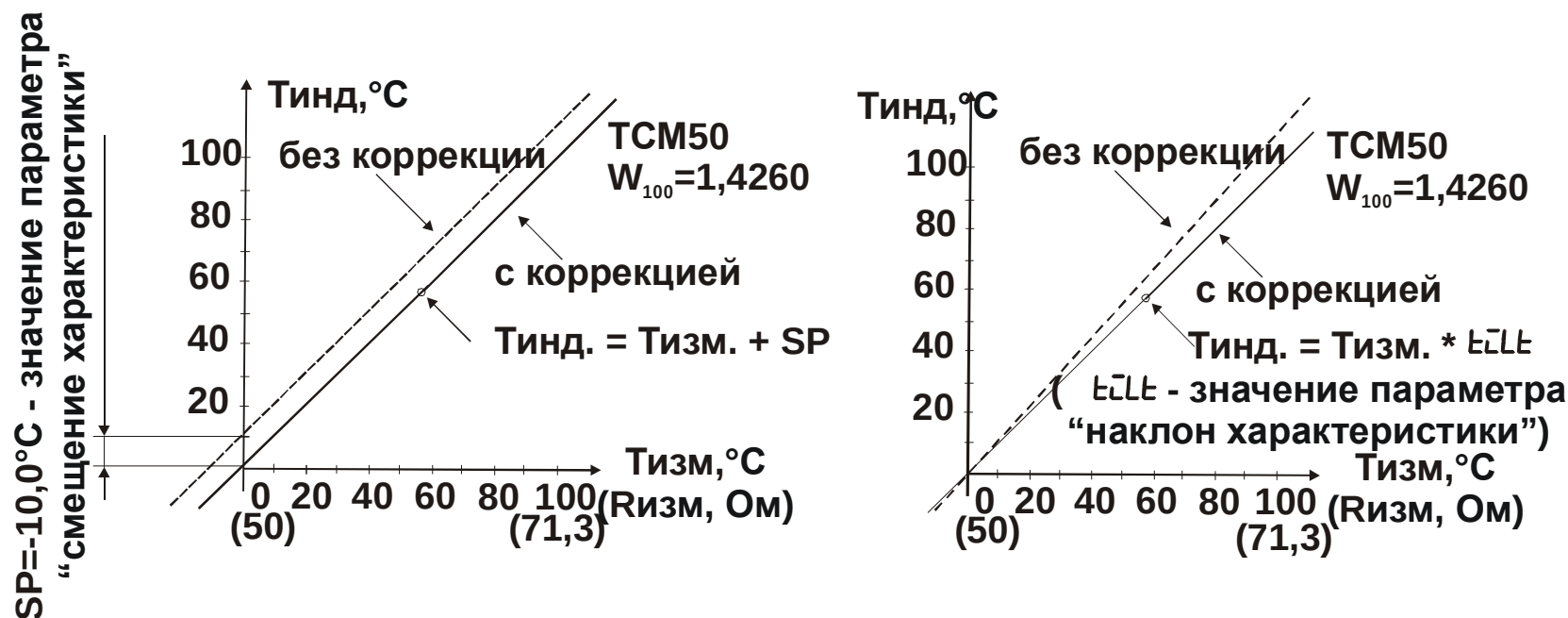


Рисунок 3.10 - Влияние параметров "Смещение характеристики" и "Наклон характеристики" на характеристику преобразования

3.3.2.7 С целью уменьшения влияния случайных импульсных помех на показания в прибор введена цифровая фильтрация. Работа фильтра описывается параметром "Полоса фильтра". Если текущее значение температуры отличается от результатов предыдущего измерения на значение, которое превышает указанное в параметре "Полоса фильтра", то проводится повторное измерение температуры, а на индикаторе остается старое значение (см. рисунок 3.11). О повторном измерении свидетельствует мигание светодиодного индикатора "К" зеленого свечения по соответствующему каналу.

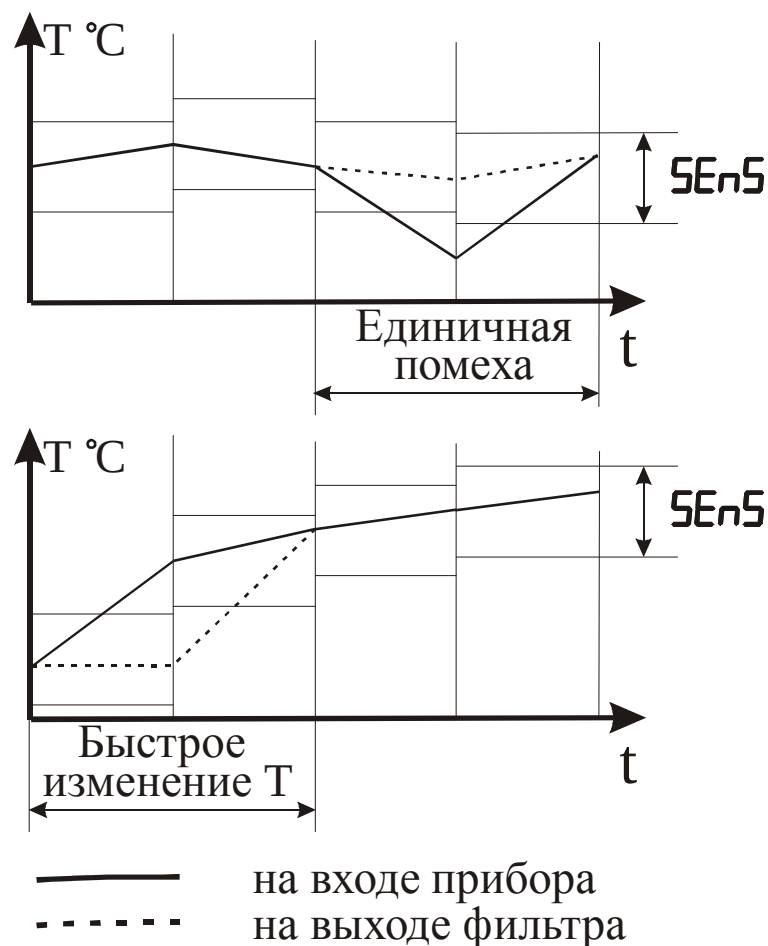


Рисунок 3.11 – Работа фильтра при воздействии случайной помехи и быстром изменении сигнала

измеряемого параметра, но снижает помехозащищенность прибора (см. рисунок 3.12).

Малое значение параметра “Полоса фильтра” приводит к замедлению реакции прибора на быстрое изменение входной величины. Поэтому при отсутствии помех или при измерении быстроменяющихся параметров рекомендуется задавать ширину полосы как можно больше. Если при работе в условиях сильных помех на индикаторе периодически возникают показания, сильно отличающиеся от истинного значения, рекомендуется уменьшить полосу фильтра. При этом возможно ухудшение быстродействия прибора из-за повторных измерений.

3.3.2.8 Параметр “Время усреднения” указывают в количестве периодов опроса входного датчика ($N_{\text{опр.}}$). Этот параметр позволяет добиться более плавного изменения показаний прибора. Для этого производится вычисление среднего арифметического из последних ($N_{\text{опр.}}$) измерений. При значении параметра равном 0 интегратор выключен. Уменьшение значения времени усреднения приводит к более быстрой реакции прибора на скачкообразные изменения

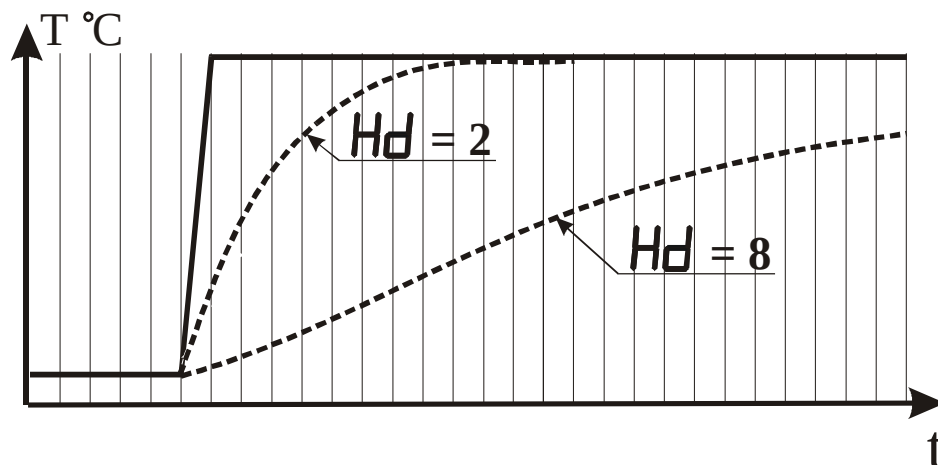


Рисунок 3.12 - Влияние параметра “Время усреднения” на показания прибора при различных значениях параметра Hd

Увеличение значения приводит к улучшению помехозащищенности, но вместе с этим повышает инерционность прибора. О работе интегратора сигнализирует красное свечение двухцветного светодиода "К", который засвечивается при включении или перезапуске прибора и горит до тех пор, пока не будет накоплено необходимое для вычисления среднего арифметического количество измерений. Все это время на индикатор выводится мгновенное значение температуры.

3.3.2.9 Параметр “Тип логики работы прибора” определяет для ПИД-регулятора алгоритм управления исполнительным устройством (см. таблицу 2.3).

3.3.2.10 Параметр “Тип выходного устройства” определяет особенности формирования управляющего сигнала Y . Если на выходе установлено электромагнитное реле, то длительность выходного сигнала не может быть менее 0,2 с. В ином случае длительность выходного сигнала не ограничивается.

3.3.2.11 Параметр “Период индикации измеренной величины” указывают в секундах.

Он позволяет изменить частоту обновления показаний на индикаторе. Независимо

от установленного в этом параметре значения опрос входных датчиков производится с периодом 1 с.

3.3.3 Режим “Компаратор”

3.3.3.1 Режим “Компаратор” предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора алгоритма работы компаратора, встроенного в прибор. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

3.3.3.2 Метрологические характеристики прибора определяются введенными параметрами, поэтому доступ к их изменению возможен только по паролю, который указан в разделе 6 настоящего документа.

3.3.3.3 Вход в режим “Компаратор” осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки ”Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения  и последующим вводом пароля. Алгоритм работы в режиме “Параметры” приведен на рисунках 3.13 - 3.15.

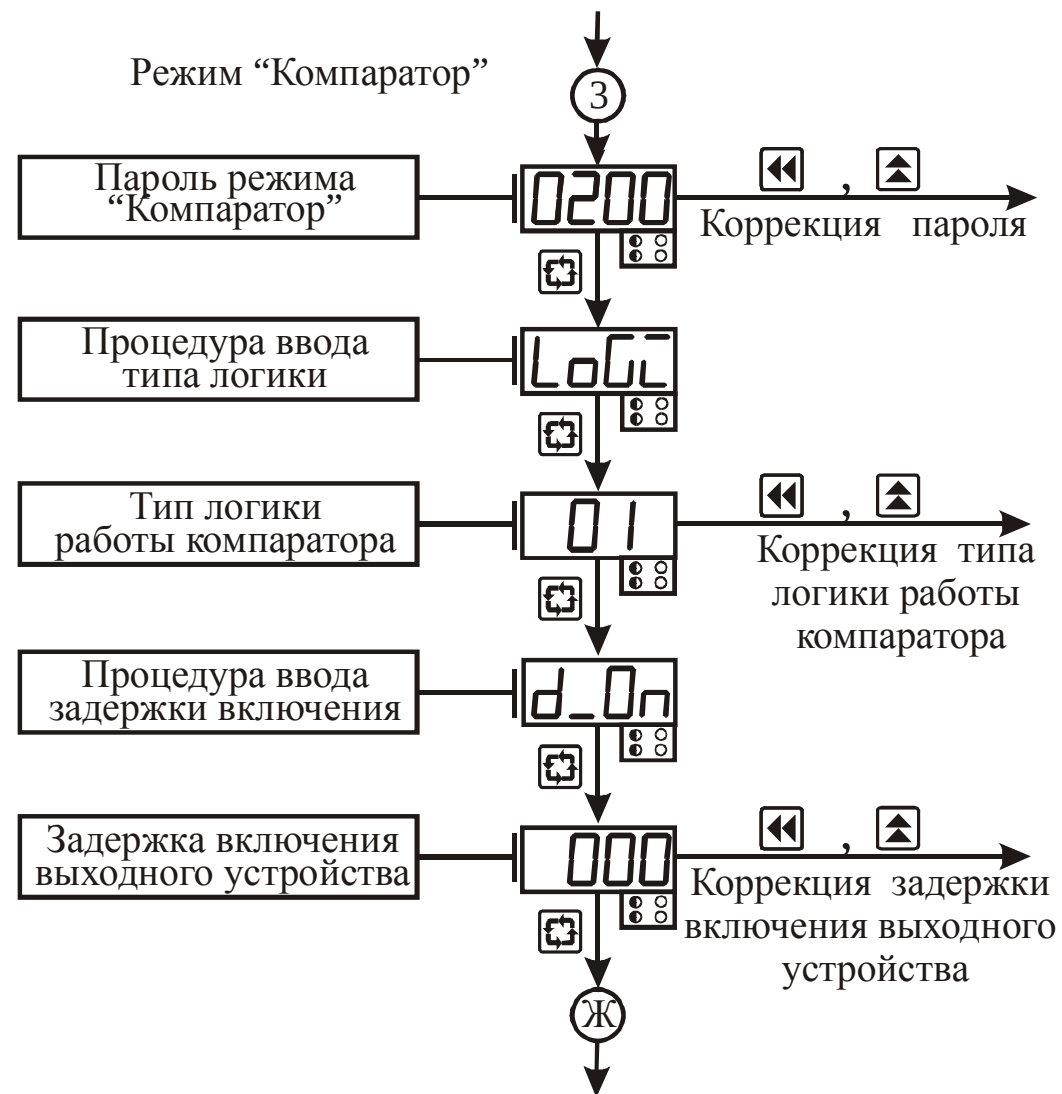


Рисунок 3.13 – Схема алгоритма работы в режиме “Компаратор”

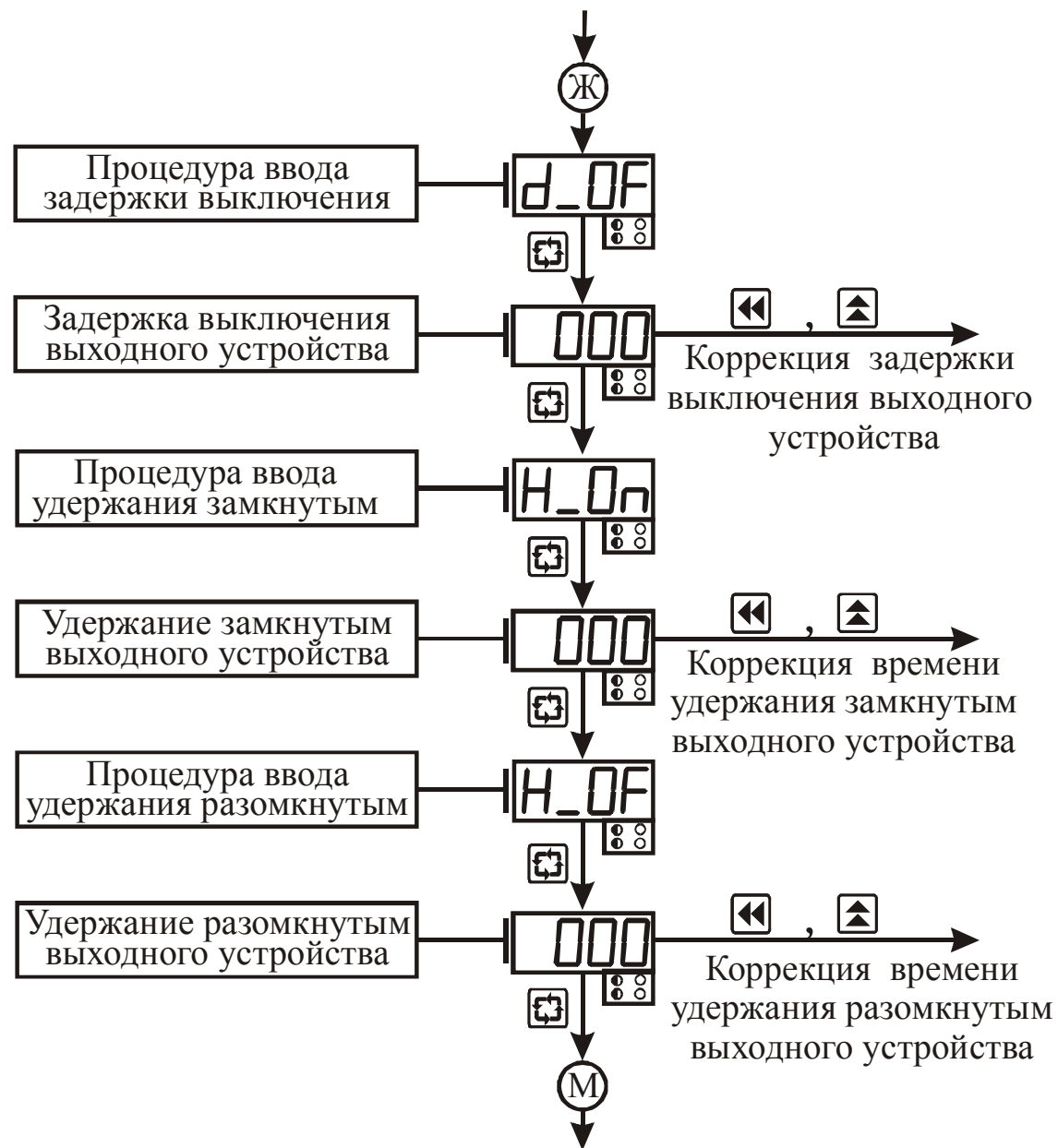


Рисунок 3.14 – Схема алгоритма работы в режиме “Компаратор” (продолжение)

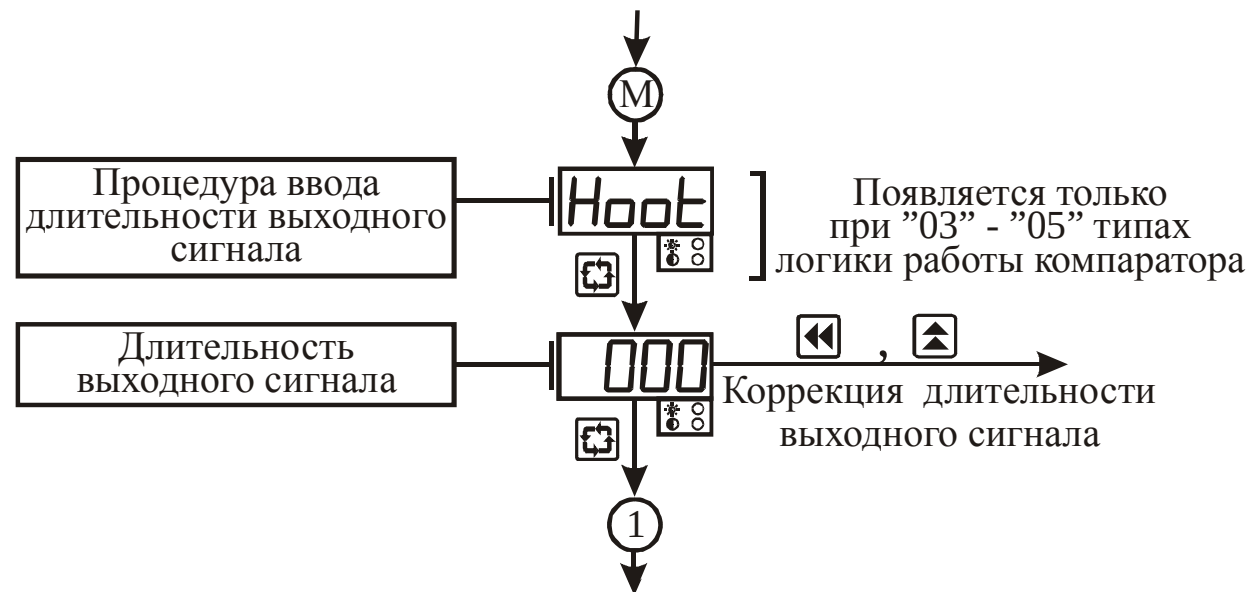


Рисунок 3.15 – Схема алгоритма работы в режиме “Компаратор” (продолжение)

3.3.3.4 Параметр “Тип логики работы компаратора” определяет алгоритм управления исполнительным устройством (см. рисунок 3.16).

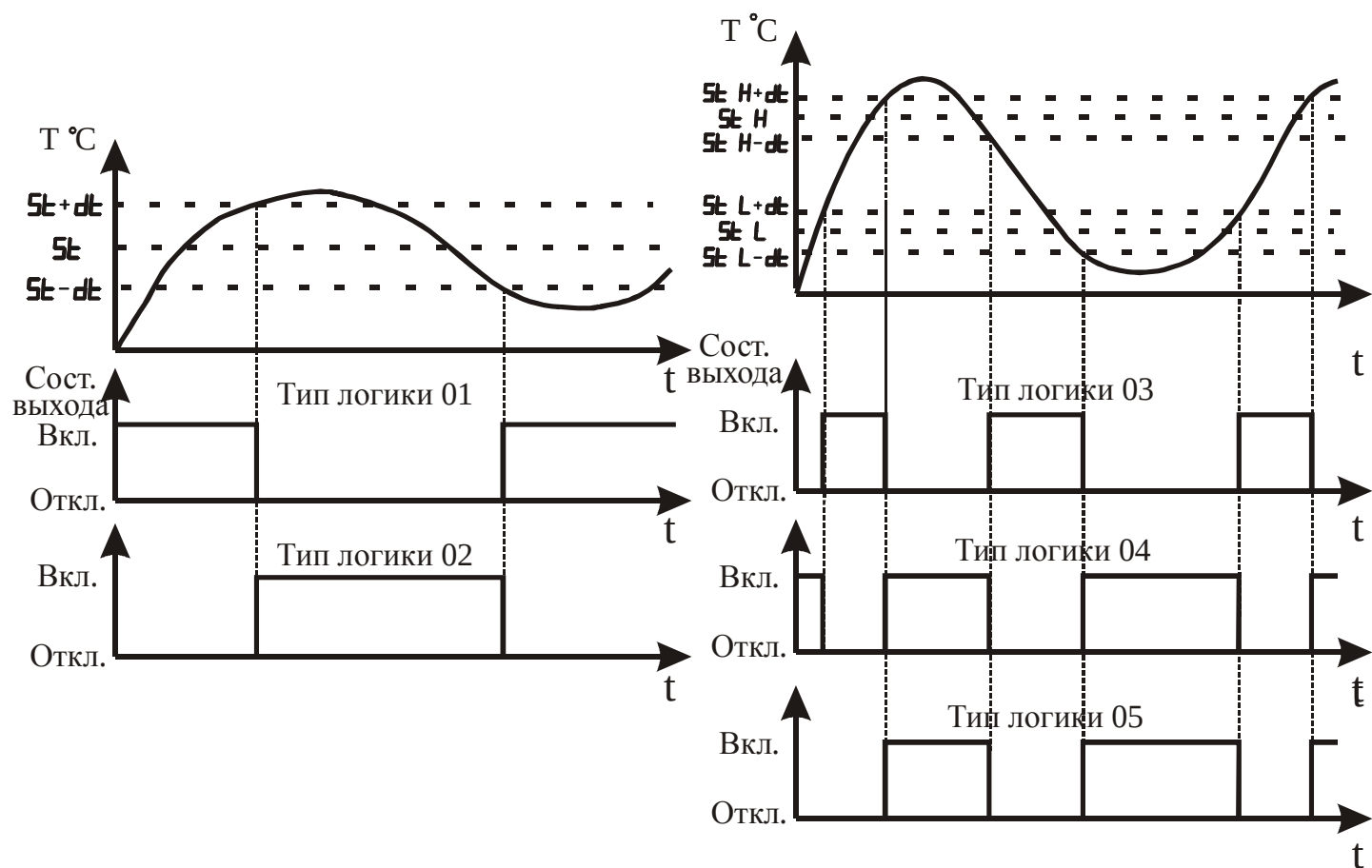


Рисунок 3.16 – Графическое представление типов логики работы компаратора

Тип логики “00” устанавливают при отсутствии исполнительного устройства. Прибор работает в качестве измерителя температуры.

Тип логики “01” (прямой гистерезис) применяют в случае использования прибора для управления работой нагревателя (например, ТЭНа). При этом выходное устройство первоначально включается при температурах $T < S_t - dt$, выключается при $T > S_t + dt$ и

вновь включается при $T < S_t - \Delta t$, осуществляя тем самым двухпозиционное регулирование температуры объекта по уставке S_t с гистерезисом $\pm \Delta t$.

Тип логики “02” (обратный гистерезис) применяют в случае использования прибора для управления работой охладителя (например, вентилятора). При этом выходное устройство первоначально включается при температурах $T > S_t + \Delta t$, выключается при $T < S_t - \Delta t$ и вновь включается при $T > S_t + \Delta t$, также осуществляя двухпозиционное регулирование.

Тип логики “03” (“П”-образная) применяют при использовании прибора для сигнализации о входе контролируемого параметра в заданные границы. При этом выходное устройство включается при $S_t L + \Delta t < T < S_t H + \Delta t$, если температура возрастает, и при $S_t L - \Delta t < T < S_t H - \Delta t$ в ином случае.

Тип логики “04” (“U”-образная) применяется при использовании прибора для сигнализации о выходе контролируемого параметра за заданные границы. Если функция изменения температуры пересекает верхнюю границу поля допуска, то выходное устройство включается при $T > S_t H + \Delta t$, а выключается при $T < S_t H - \Delta t$. Если функция изменения температуры пересекает нижнюю границу поля допуска, то выходное устройство включается при $T < S_t L - \Delta t$, а выключается при $T > S_t L + \Delta t$.

Тип логики “05” (модернизированная “U”-образная), в основном, аналогичен типу логики 04. Отличие состоит в том, что работа выходного устройства разрешается только после первого превышения регулируемой температурой значения $S_t H + \Delta t$ (см. рисунок 3.17).

3.3.3.5 Параметры “Задержка включения выходного устройства” и “Задержка включения выходного устройства” предназначены для защиты выходного устройства от час-

тых срабатываний. Прибор включает (выключает) выходное устройство, если условие, вызывающее изменение его состояния, сохраняется, как минимум, в течение времени, установленного в этих параметрах (см. рисунок 3.17).

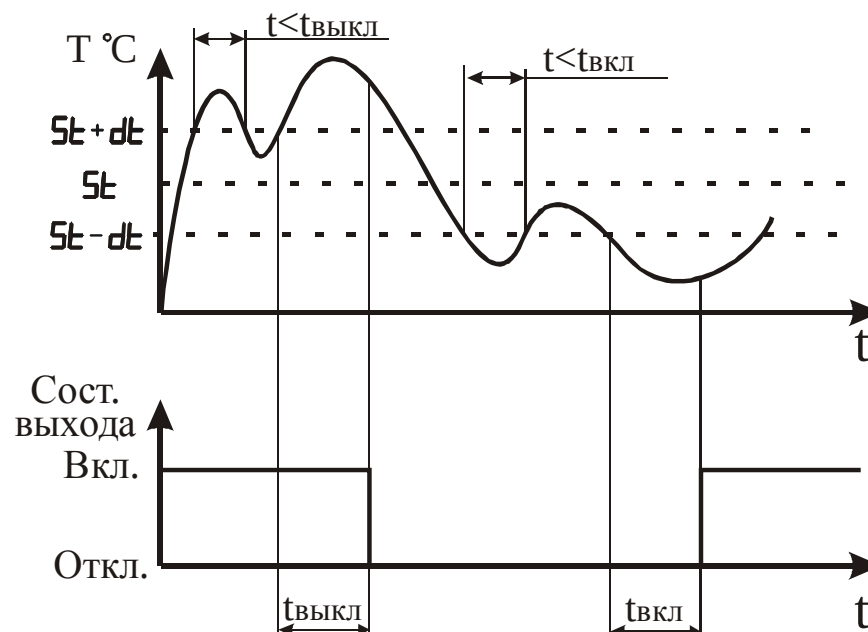


Рисунок 3.17 – Влияние параметров “Задержка включения выходного устройства” и “Задержка выключения выходного устройства” на состояние выходного устройства

3.3.3.6 Параметры “Удержание замкнутым выходного устройства” и “Удержание разомкнутым выходного устройства” задают минимальное время удержания выходного устройства в замкнутом и разомкнутом состоянии. Прибор удерживает выходное устройство в соответствующем состоянии в течение заданного времени, если даже по логике работы прибора должно произойти переключение (см. рисунок 3.18).

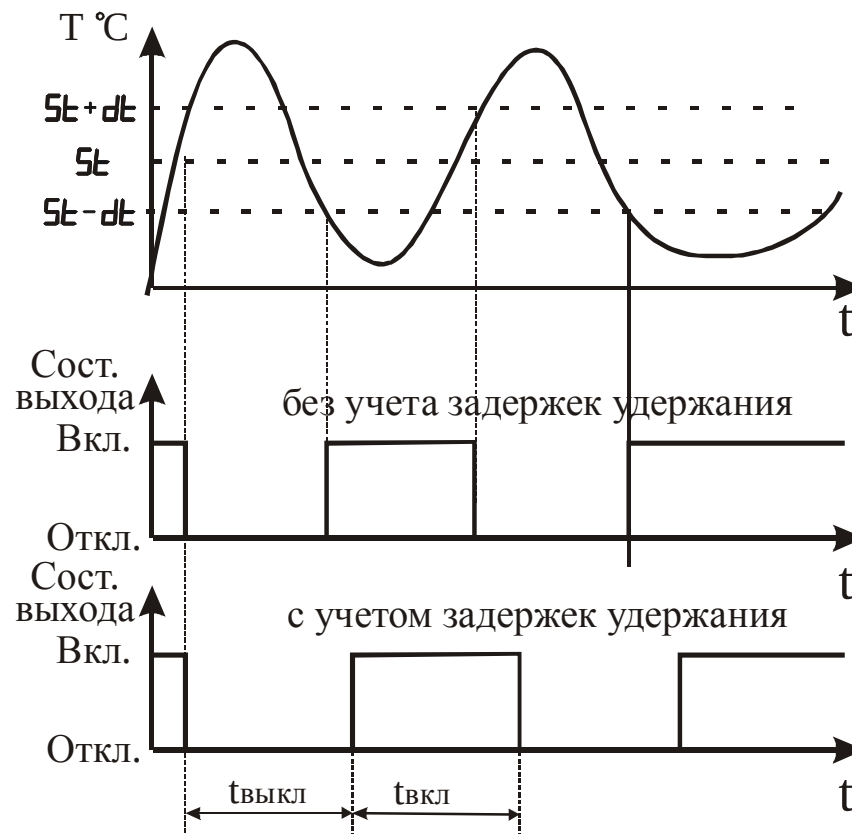


Рисунок 3.18 – Влияние параметров “Удержание замкнутым выходного устройства” и “Удержание разомкнутым выходного устройства” на состояние выходного устройства

3.3.3.7 Параметр “Длительность выходного сигнала” определяет при “03” - “05” типах логики работы компаратора максимальное время нахождения выходного устройства в замкнутом состоянии.

3.3.3.8 Сообщение об ошибке Er5 появляется на индикаторе, если неправильно введено значение параметра, диапазон изменения которого от 0 до 255.

3.3.4 Режим “Константы ПИД”

3.3.4.1 Режим “Константы ПИД” предназначен для задания и записи в энергонезависимую память констант, которые используются при формировании управляющего выходного сигнала по ПИД-закону. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

3.3.4.2 Метрологические характеристики прибора определяются введенными константами, поэтому доступ к их изменению возможен только по паролю, который указан в разделе 6 настоящего документа.

3.3.4.3 Вход в режим “Константы ПИД” осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки ”Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения  и последующим вводом пароля. Алгоритм работы в режиме “Константы ПИД” приведен на рисунках 3.19 - 3.22.

3.3.4.4 Параметр “Период следования ШИМ-сигнала” определяет для ПИД-регулятора период следования импульсов на выходном устройстве.

3.3.4.5 Параметры “Коэффициент пропорциональности”, “Постоянная времени интегрирования”, “Постоянная времени дифференцирования”, “Гистерезис” и “Уровень мощности” являются параметрами закона регулирования температуры объекта (см. пп. 3.1.3-3.1.5).

3.3.4.6 Параметры “ Минимальная мощность самонастройки”, “Максимальная мощность самонастройки”, “Количество периодов наблюдения”, “Допуск стабилизации температуры” являются параметрами алгоритма автоматической настройки ПИД – регулятора (см. пп. 3.3.7).

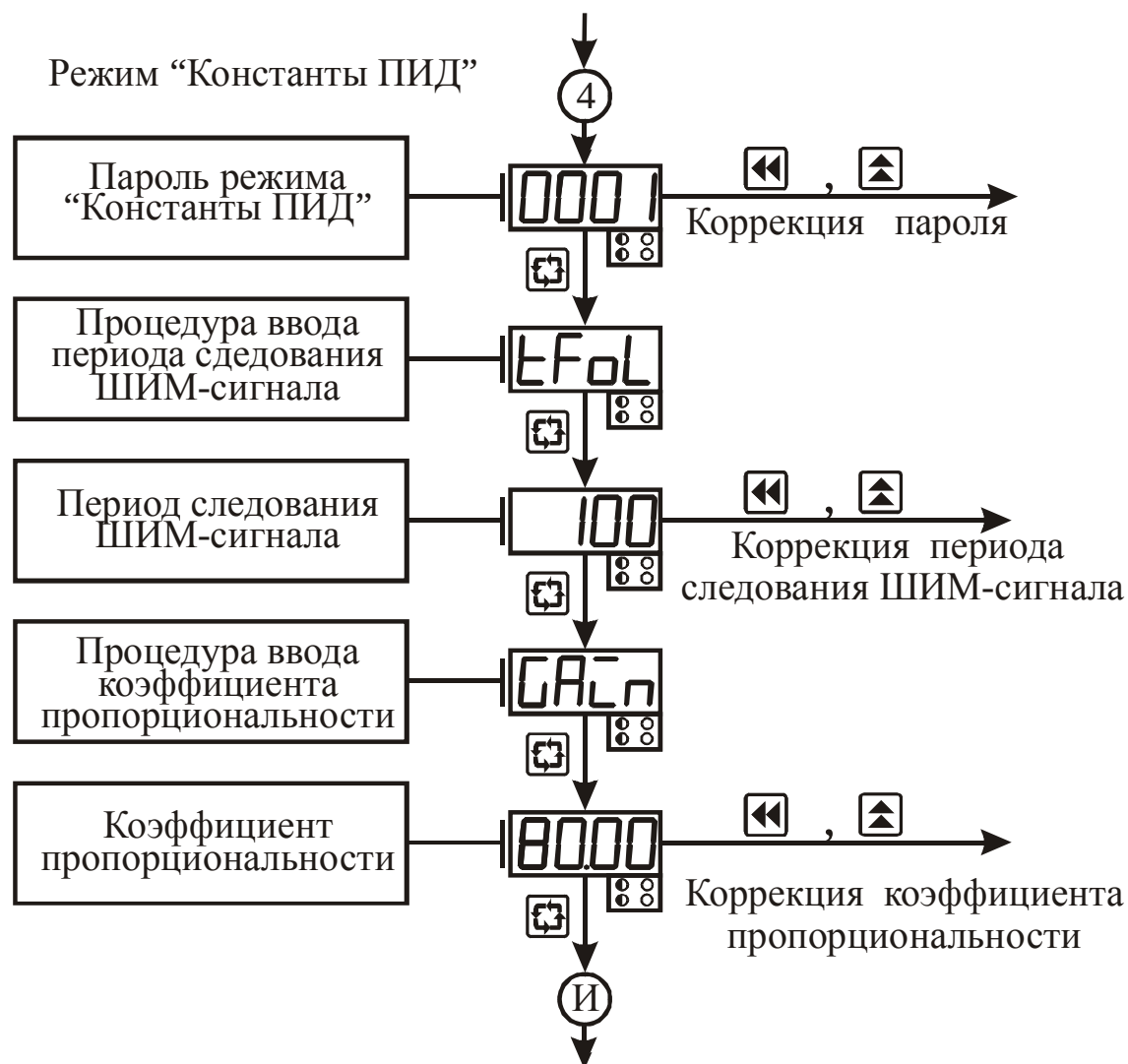


Рисунок 3.19 – Схема алгоритма работы в режиме “Константы ПИД”

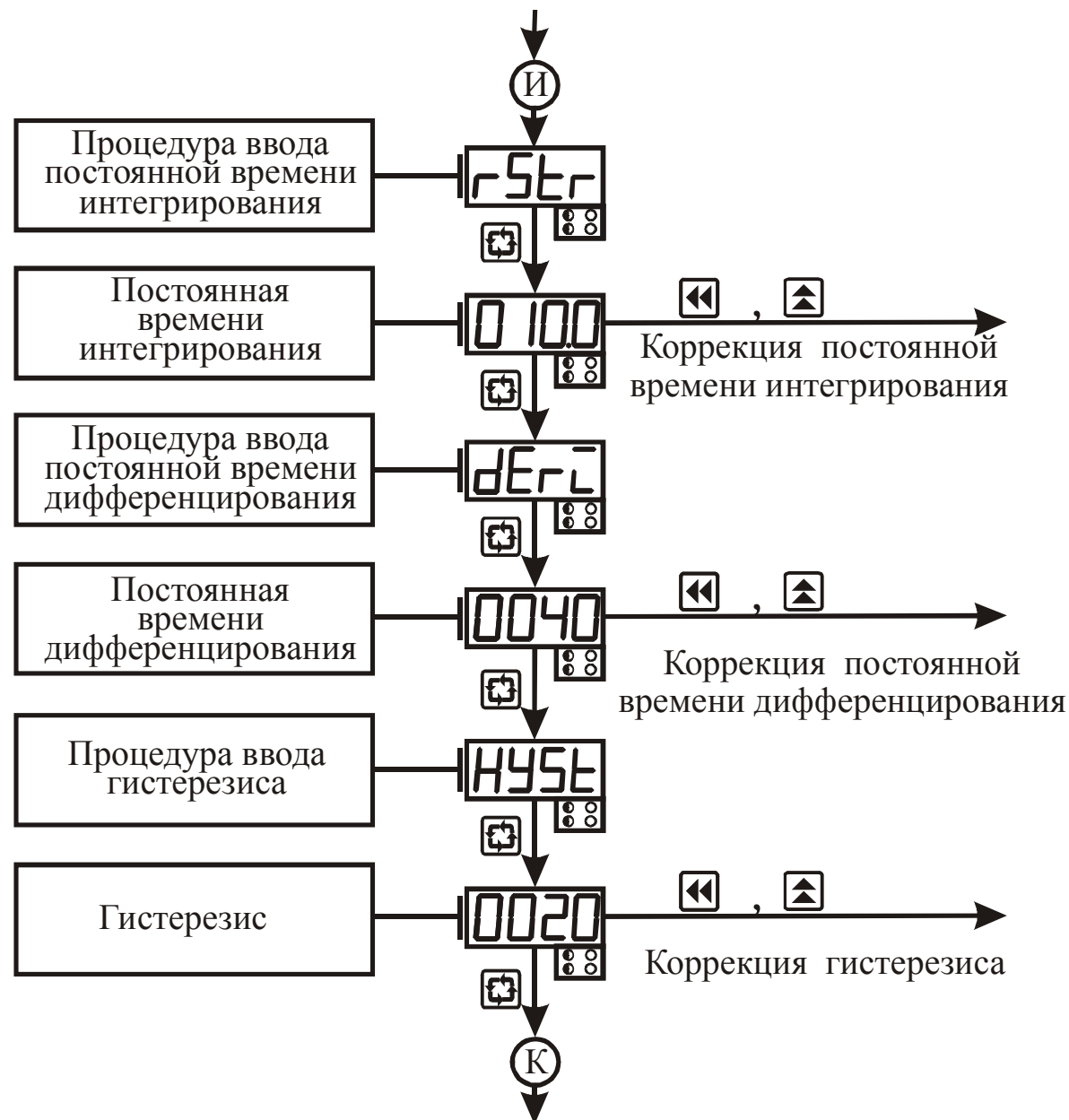


Рисунок 3.20 – Схема алгоритма работы в режиме “Константы ПИД” (продолжение)

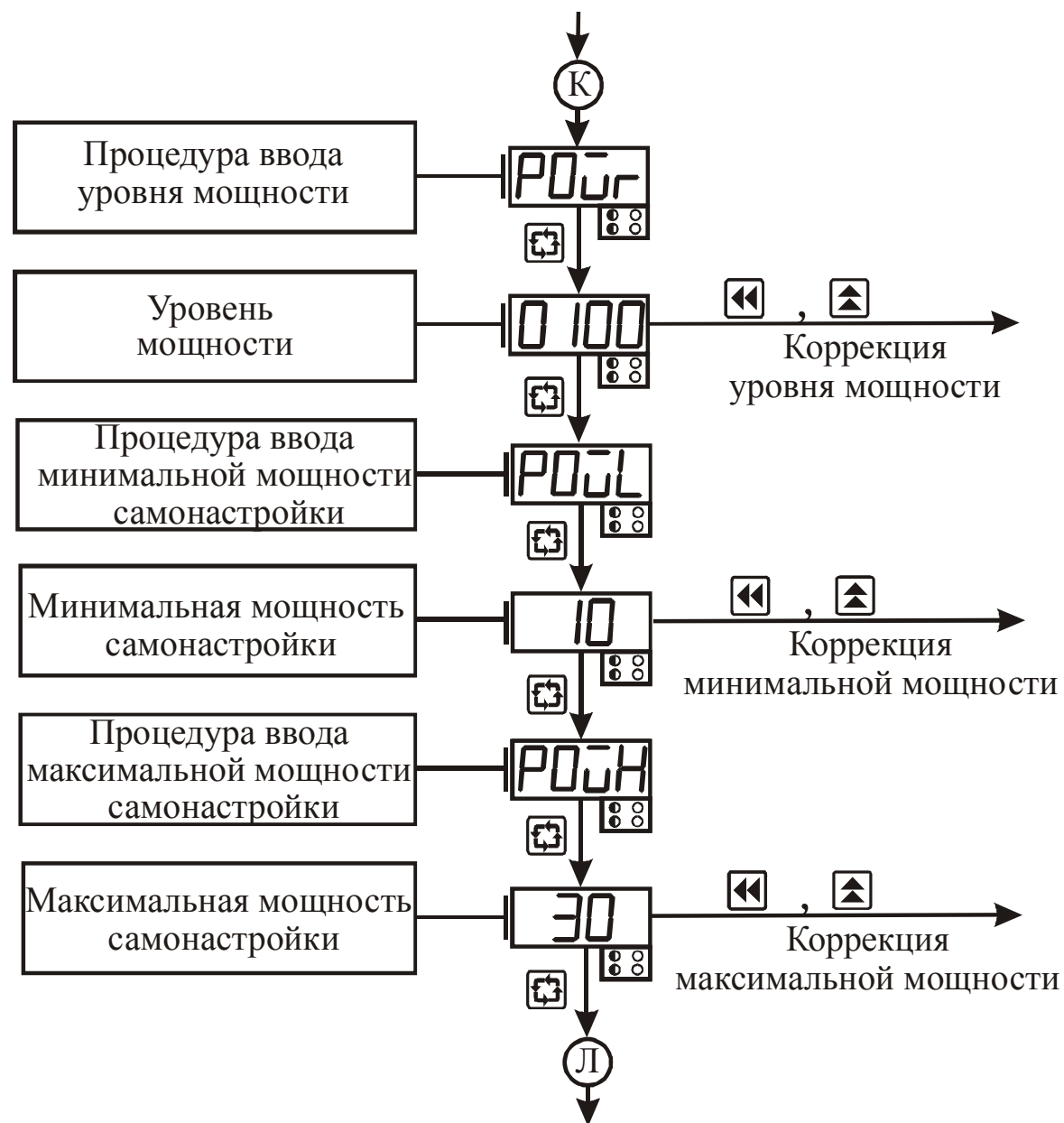


Рисунок 3.21 – Схема алгоритма работы в режиме “Константы ПИД” (продолжение)

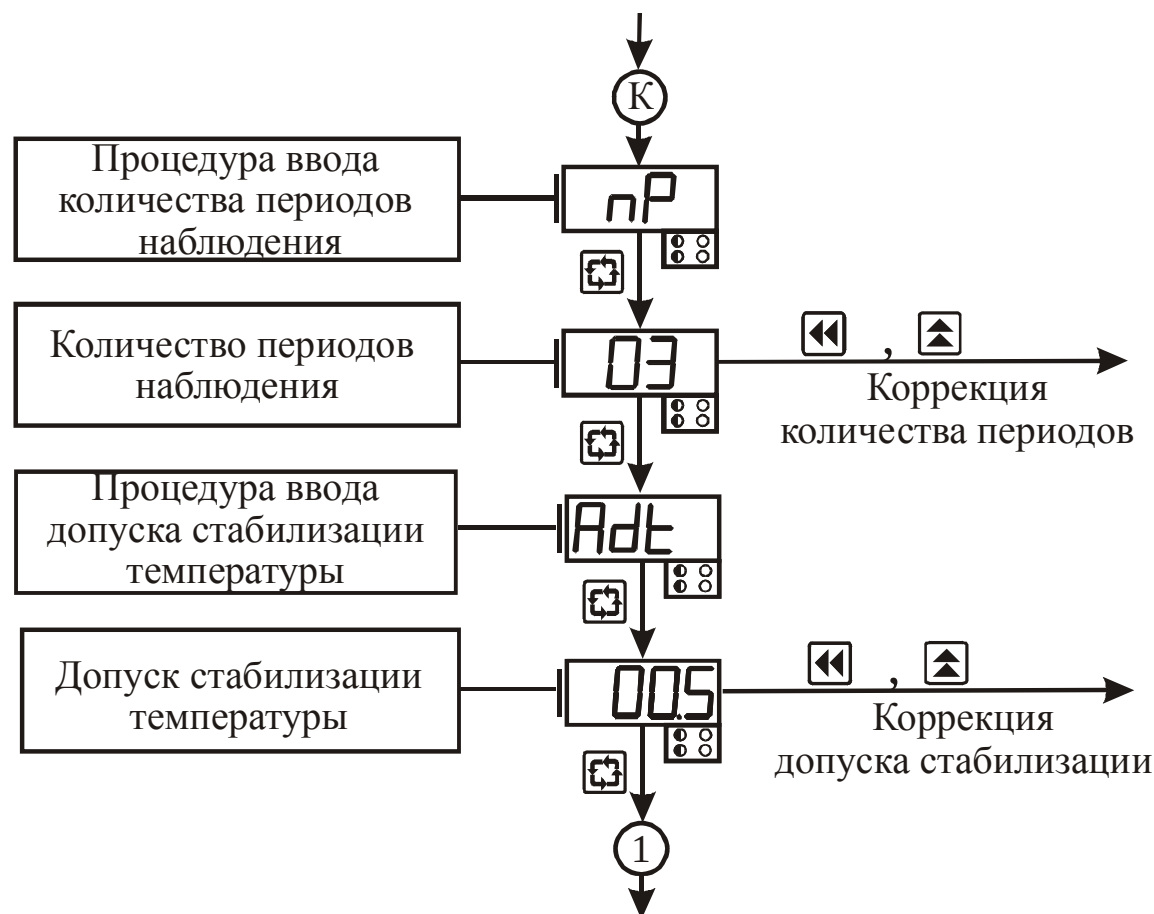


Рисунок 3.22 – Схема алгоритма работы в режиме “Константы ПИД” (продолжение)

3.3.5 Режим “Калибровка”

3.3.5.1 Режим “Калибровка” предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора параметров характеристики преобразования ТС. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

3.3.5.2 Метрологические характеристики прибора определяются параметрами ха-

рактеристики преобразования ТС, поэтому доступ к их изменению возможен только по паролю, который указан в разделе 6 настоящего документа.

3.3.5.3 Вход в режим “Калибровка” осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки ”Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения **PSSd** и последующим вводом пароля. Алгоритм работы в режиме “Калибровка” приведен на рисунке 3.23, где штриховой линией условно показаны мигающие сообщения.

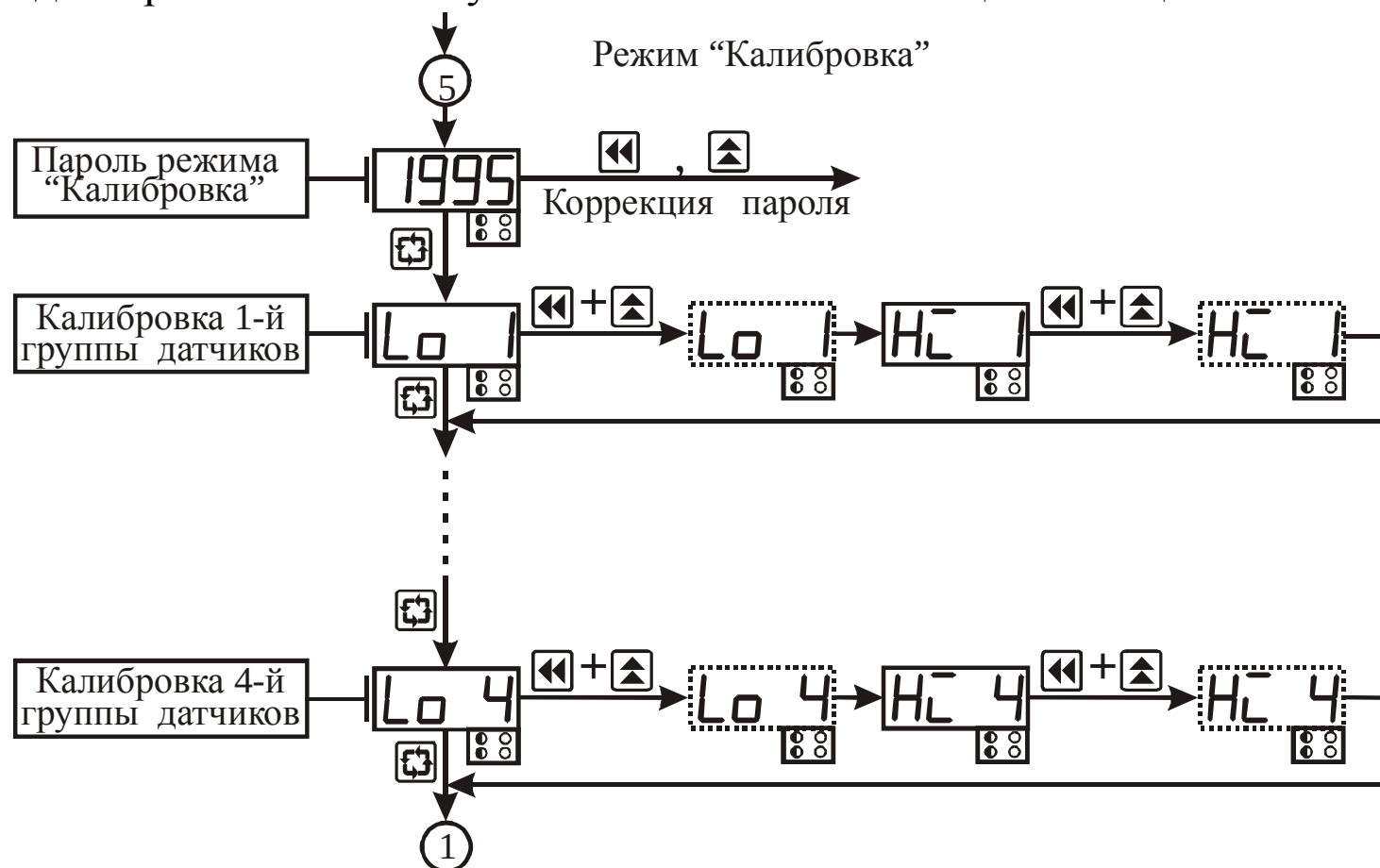


Рисунок 3.23 – Схема алгоритма работы в режиме “ Калибровка”

3.3.5.4 В этом режиме следует задать калибровочную информацию для групп входных датчиков (см. таблицу 3.2), которые планируется использовать совместно с прибором.

Таблица 3.2 – Группы датчиков прибора

Номер группы	Тип датчика	Значение сопротивление имитатора датчика	
		минимальное (Lo)	максимальное (Hi)
I	TSM 50 W=1,4260	39,225	92,775
	TSM 50 W=1,4280		
II	TСП 50П W=1,385	40,000	158,585
	TСП 50П W=1,391		
III	TSM 100 W=1,4260	78,450	185,55
	TSM 100 W=1,4280		
IV	TСП 100П W=1,385	80,000	317,170
	TСП 100П W=1,391		

3.3.5.5 Кнопка “Цикл” позволяет последовательно осуществить калибровку всех ТС на нижнем и верхнем пределах диапазона измерения.

3.3.5.6 Калибровку прибора на нижнем и верхнем пределах измерения производят следующим образом:

- контролируют наличие на индикаторе сообщения **LO N**, где N – номер группы датчиков;
- подключают к входу прибора имитатор датчика, на котором устанавливают тре-

- буемые значения параметра по таблице 3.2;
- нажимают одновременно кнопки “Влево” и “Вверх”;
 - контролируют наличие на индикаторе мигающего сообщения **LO N**, что свидетельствует о проведении процесса калибровки. В это время недопустимы любые операции с прибором;
 - контролируют наличие на индикаторе сообщения **H $\bar{L}$ N**;
 - подключают к входу прибора имитатор датчика, на котором устанавливают требуемые значения параметра по таблице 3.2;
 - нажимают одновременно кнопки “Влево” и “Вверх”;
 - контролируют наличие на индикаторе мигающего сообщения **H $\bar{L}$ N**, что свидетельствует о проведении процесса калибровки.

3.3.5.7 Сообщение об ошибке Er6 появляется на индикаторе, если сопротивления имитатора датчика на нижнем и верхнем пределах диапазона измерений совпадают.

3.3.6 Режим “Восстановление”

3.3.6.1 Режим “Восстановление” предназначен для автоматического восстановления всех параметров, которые были введены на заводе-изготовителе.

3.3.6.2 Восстановление параметров осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки ”Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения **PSSd** и последующим вводом пароля, указанного в разделе 6 настоящего документа.

3.3.7 Режим “Самонастройка”

3.3.7.1 Режим “Самонастройка” предназначен для автоматического определения коэффициента пропорциональности, постоянной времени интегрирования и постоянной времени дифференцирования.

3.3.7.2 Перед самонастройкой прибора следует установить требуемые значения параметров:

- рабочую температуру (St);
- период следования ШИМ-сигнала (T_{fol});
- гистерезис ($Hyst$);
- минимальную мощность автонастройки ($PowL$);
- максимальную мощность автонастройки ($PowH$);
- количество периодов наблюдения (nP);
- допуск стабилизации температуры (AdT).

Минимальная ($PowL$) и максимальная ($PowH$) мощности выбираются исходя из инерционности нагреваемого объекта. Для высоко инерционных объектов выбираются небольшие значения мощностей. Минимальная мощность автонастройки задается обычно в пределах 5...15 %, максимальная – 15...50%. Но разница между ними обязательно должна быть больше 10%.

Количество периодов наблюдения (nP) вместе с периодом следования ШИМ-сигнала определяют время, в течение которого идет наблюдение за стабилизацией температуры около установившегося значения в конце процесса самонастройки. Обычно выбирается значение $nP = 2...5$, большое значение количества периодов наблюдения

увеличивает точность настройки, но так же и увеличивается продолжительность всего процесса самонастройки (см. рис 3.24).

Допуск стабилизации (AdT) определяет допустимую погрешность стабилизации температуры около установившегося значения. Обычно значение допуска задается в пределах $0,1...2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чем меньше допуск, тем точнее происходит автоматическая настройка коэффициентов ПИД регулятора, но увеличивается время затраченное на самонастройку (рис 3.24).

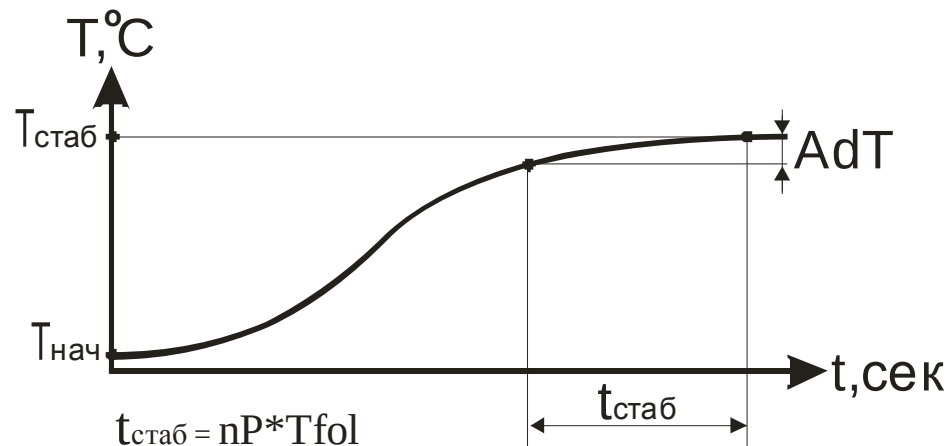


Рисунок 3.24 – Зависимость температуры от времени в режиме самонастройки

3.3.7.3 Запуск процесса самонастройки осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки “Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения **P55d** и последующим вводом пароля, указанного в разделе 6 настоящего документа.

3.3.7.4 О проведении процесса самонастройки сигнализируют зеленое мигающее свечение светодиода “K1” и мигающее сообщение на цифровом индикаторе результатов измерения температуры.

3.3.8 Режим “Настройка RS-485”

3.3.8.1 Режим “Настройка RS-485” предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора параметров, определяющих алгоритм обмена данными с персональным компьютером по интерфейсу RS-485. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

3.3.8.2 Качество обмена данными с персональным компьютером определяется введенными параметрами, поэтому доступ к их изменению возможен только по паролю, который указан в разделе 6 настоящего документа.

3.3.8.3 Вход в режим “Настройка RS-485” осуществляется из режима “Работа” нажатием и удерживанием кнопки ”Цикл” более 5 с до появления на индикаторе сообщения  и последующим вводом пароля. Алгоритм работы в режиме “Настройка RS-485” приведен на рисунках 3.25 и 3.26.

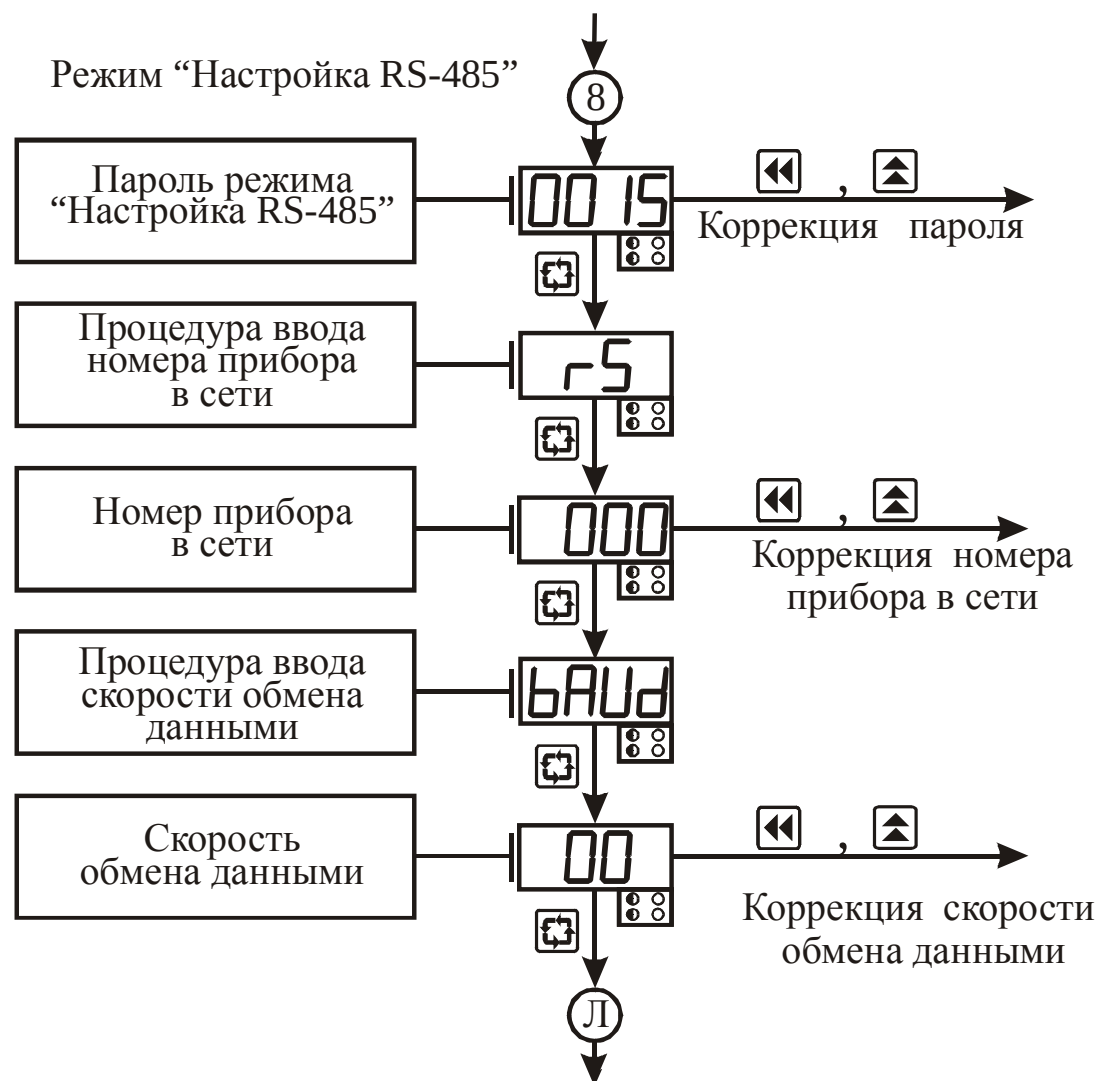


Рисунок 3.25 – Схема алгоритма работы в режиме "Настройка RS-485"

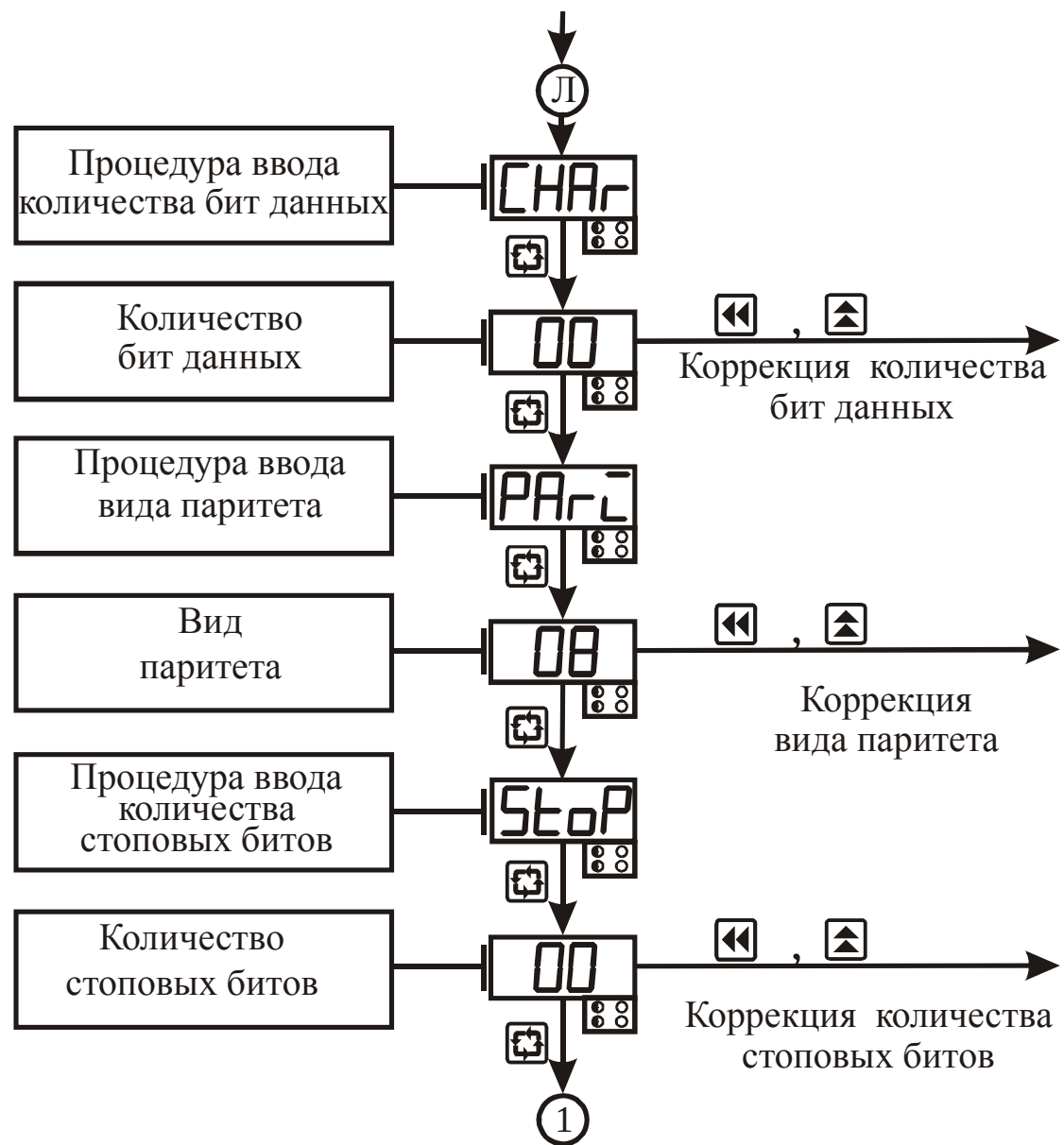


Рисунок 3.26 – Схема алгоритма работы в режиме “Настройка RS-485” (продолжение)

3.3.8.4 Параметр “Номер прибора в сети” предназначен для идентификации прибора в компьютерной сети.

3.3.8.5 Скорость передачи данных по интерфейсу RS-485 (см таблицу 2.6) и формат передаваемых данных (см. таблицы 2.7 –2.9) определяют параметры “Скорость обмена данными”, “Количество бит данных”, “Вид паритета” и “Количество стоповых битов”.

4 Маркировка и пломбирование

4.1 На лицевой панели прибора нанесены:

- товарный знак предприятия изготовителя;
- условное обозначение типа прибора.

4.2 На задней панели прибора нанесены:

- напряжения и частота напряжения питания;
- мощность потребления;
- заводской номер;
- дата изготовления (месяц и год);

4.3 Задняя панель прибора опломбирована пломбами предприятия-изготовителя.

5 Упаковка

Упаковка прибора произведена по ГОСТ 9181 -74 в потребительскую тару, выполненную из гофрированного картона.

6 Эксплуатационные ограничения

6.1 Технические характеристики РП1, несоблюдение которых недопустимо по условиям безопасности и которые могут привести к выходу его из строя, а также приборы для их контроля приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Технические характеристики и приборы для их контроля

Наименование технической характеристики	Значение	Приборы контроля
Напряжение питания	220(+22;-33)В	Вольтметр класса точности не ниже 2,5
Примечание - Методы контроля указанных характеристик определяет эксплуатирующая организация в зависимости от конкретных условий применения прибора.		

6.2 Технические характеристики прибора определяются параметрами и константами, которые вводят в различных режимах. С целью исключения несанкционированного изменения параметров и констант переход в режимы работы прибора возможен только по паролям, значения которых указаны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пароли для перехода в режимы

Режим	Пароль
“Параметры”	0100
“Компаратор”	0200
“Константы ПИД”	0001
“Калибровка”	1995
“Восстановление”	4307
“Самонастройка”	2001
“Настройка RS-485”	0015

7 Меры безопасности

7.1 По способу защиты от поражения электрическим током прибор соответствует классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

7.2 При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования настоящего руководства по эксплуатации, ГОСТ 12.3.019-80, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей».

7.3 В приборе используется опасное для жизни напряжение. При установке прибора на объекте, а также при устранении неисправностей и техническом обслуживании необходимо отключить прибор и подключаемые устройства от сети.

7.4 НЕ ДОПУСКАЙТЕ попадания влаги на выходные контакты клеммника и внутренние электроэлементы измерителя. Запрещается использование прибора в агрессивных средах с содержанием в атмосфере кислот, щелочей, масел и т. п.

7.5 Подключение, регулировка и техобслуживание прибора должны производиться только квалифицированными специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации.

8 Подготовка прибора к использованию

8.1 Установите прибор на штатное место и закрепите его.

8.2 Проложите линии связи, предназначенные для соединения прибора с сетью питания, входным ТС и исполнительными устройствами.

8.3 Произведите подключение прибора в соответствии с требованиями, приведенными на рисунке 8.1, а также с учетом расположения клеммников на задней панели прибора. При монтаже внешних связей необходимо обеспечить надежный контакт клеммника прибора с проводниками, для чего рекомендуется тщательно зачистить и облудить их выводы. Сечение жил не должно превышать 1 мм^2 . Подсоединение проводов осуществляется под винт.

ВНИМАНИЕ!

- Во избежание выхода из строя измерительной схемы прибора подсоединение линий связей необходимо производить, начиная с подключения ТС к линии, а затем линии к клеммнику прибора.

- С целью исключения проникновения промышленных помех в измерительную часть прибора линии его связи с ТС рекомендуется экранировать. В качестве экрана может быть использована заземленная стальная труба. Не допускается прокладка линии связи "ТС-прибор" в одной трубе с силовыми проводами, а также с проводами, создающими высокочастотные или импульсные помехи.

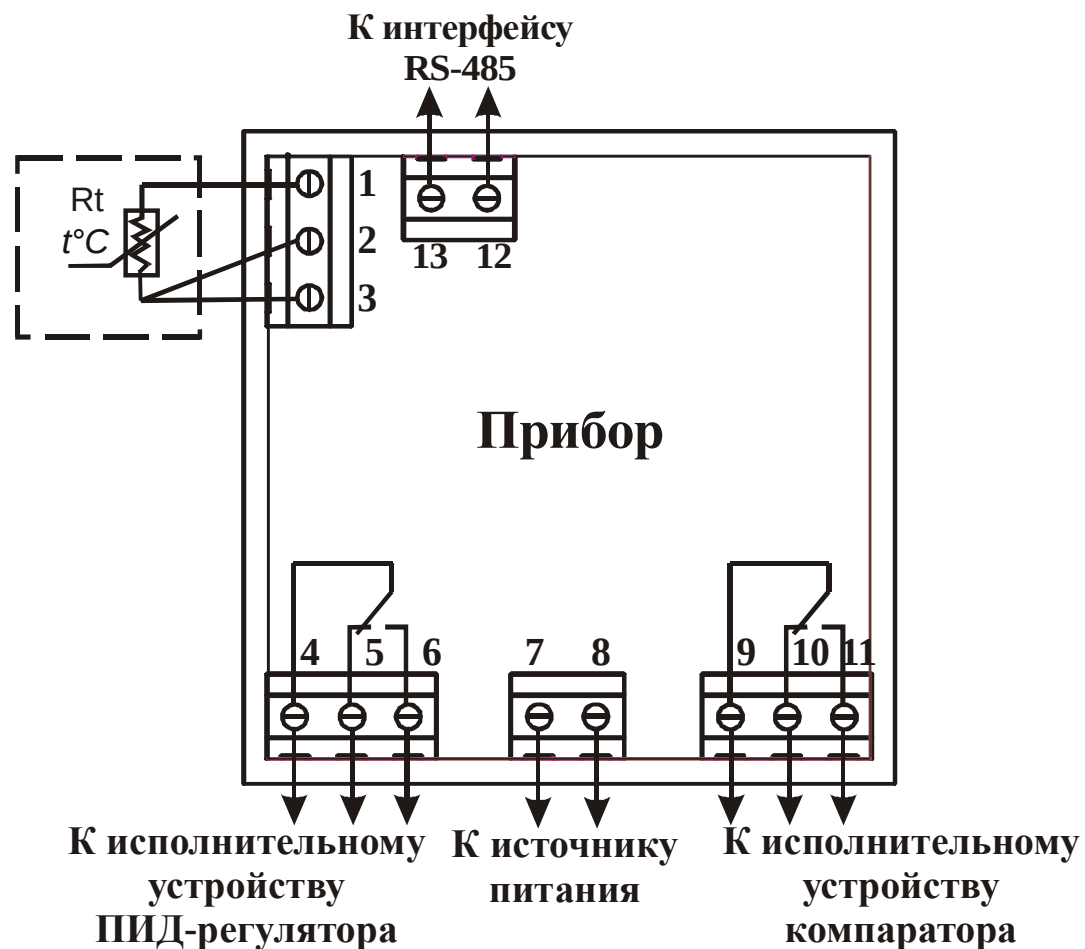


Рисунок 8.1 – Схемы подключения ТС, источника питания и исполнительных устройств

8.4 После подключения всех необходимых связей подайте на прибор питание. При исправности ТС и линий связи на цифровом индикаторе отобразятся результаты измере-

ния. Если после подачи питания на индикаторе появилось сообщение об ошибке или показания прибора не соответствуют реальным значениям измеряемых величин, проверьте исправность ТС и линий связи, а также правильность их подключения.

ВНИМАНИЕ! При проверке исправности входных датчиков и линий связи необходимо отключать прибор от сети питания. Во избежание выхода прибора из строя при "прозвонке" связей используйте устройства с напряжением питания не превышающим 1,5 В. При более высоких напряжениях отключение линий связи от прибора обязательно.

8.5 Введите в прибор необходимые для выполнения технологического процесса параметры.

8.6 Выполните процесс “Самонастройки” прибора. После этого он готов к работе.

9 Использование прибора

9.1 Подайте напряжения питания на прибор, после чего проконтролируйте его функционирование в режиме “Работа” по наличию на цифровом индикаторе сообщений о значении измеренной температуры.

9.2 В данном режиме прибор производит опрос входного ТС, вычисляет по полученным данным текущее значение температуры объекта, отображает его на цифровом индикаторе и выдает соответствующие сигналы на выходные устройства.

В процессе работы прибор автоматически контролирует состояние ТС, нахождение измеренной температуры вне установленного диапазона измерений, правильность ввода параметров и проведения калибровки прибора. По результатам контроля формируется сигнал “Ошибка”, который индицируется миганием светодиода “К1” красного цвета.

9.3 В режиме “Работа” прибор управляет внешними исполнительными устройствами по ПИД- и двухпозиционному законам. Визуальный контроль за работой выходных устройств осуществляется оператором по светодиодам “В1” и “В2”, которые расположены на передней панели прибора. Свечение светодиода сигнализирует о переводе соответствующего выходного устройства в состояние "Включено", а погасание - в состояние "Отключено".

9.4 В режимах “Параметры”, “Компаратор” и “Константы ПИД” изменяют параметры, которые определяют погрешность измерения и регулирования температуры.

10 Техническое обслуживание

10.1 Техническое обслуживание прибора проводится не реже одного раза в шесть месяцев и состоит в контроле его крепления, контроле электрических соединений, а также в удалении пыли и грязи с клеммников задней панели.

11 Хранение

11.1. Прибор следует хранить в закрытых отапливаемых помещениях в картонных коробках при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 0 до 60°C.
- относительная влажность воздуха не более 95% при температуре 35°C.

11.2 В воздухе помещения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

12 Транспортирование

12.1 Прибор в упаковке можно транспортировать при температуре от минус 25 до 55°C и относительной влажности не более 98% при 35°C.

12.2 Транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта.

12.3 Транспортирование авиатранспортом должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

13 Комплектность

Прибор РП1	- 1 шт.
------------	---------

Руководство по эксплуатации и паспорт	- 1 экз.
---------------------------------------	----------

Примечания.

1 Допускается поставка одного экземпляра “Руководство по эксплуатации и паспорт” на партию приборов, поставляемых в один адрес.

2 Интерфейс RS-485 устанавливается при особом указании в договоре на поставку.

14 Гарантии изготовителя

14.1. Изготовитель гарантирует соответствие прибора техническим условиям при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования, хранения и монтажа.

14.2 Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца со дня продажи.

14.3 В случае выхода изделия из строя в течение гарантийного срока при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения предприятие-изготовитель обязуется осуществить его бесплатный ремонт или замену.

15 Свидетельство о приемке и продаже

Прибор(ы) _____ РП1 _____ заводской(ие) _____ номер(а) _____
изготовлен(ы) и принят(ы) в соответствии с
обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической
документацией и признан(ы) годным(и) для эксплуатации.

Дата выпуска _____
_____ Штамп ОТК

Дата продажи _____
_____ Штамп организации, продавшей прибор

Приложение А – Калибровка прибора с ТС

А.1 Подключите по трехпроводной схеме к прибору вместо ТС магазин сопротивлений типа МСР-63 или подобный ему с классом точности не хуже 0,05 (см. рисунок 8.1). Сопротивления проводов в линии должны быть равны друг другу и не превышать значения 15 Ом. Установите на магазине сопротивлений значение 100,00 Ом.

А.2 Подайте напряжение питания на прибор. Не менее чем через 15...20 мин произведите калибровку прибора, для чего выполните действия в порядке и последовательности, указанных на рисунке 3.23, с учетом следующих уточнений.

При наличии на полупроводниковом индикаторе сообщения **LO** установите на магазине сопротивлений МСР-63 значение сопротивления, равное значению сопротивления на нижнем пределе диапазоне измерений для 1-й группы датчиков.

Нажмите одновременно кнопки "Вверх" и "Влево". По окончании измерения установленного сопротивления мигание символов прекратится, что указывает на окончание калибровки прибора на нижнем пределе измерения температуры.

Выполните аналогичные операции для верхнего предела измерения температуры.

Выполните указанные операции для всех групп датчиков, которые планируется использовать с прибором.

А.3 Проверьте результаты калибровки. Для этого проконтролируйте по цифровому индикатору значение температуры, соответствующее сопротивлению ТС при различных температурах.

Сопротивления ТС при различных температурах определите по его номинальной статической характеристике преобразования и установите их на магазине сопротивлений МСР-63.

Приложение Б – Ручная настройка ПИД-регулятора

Б.1 Выключить электропитание исполнительного механизма. Убедиться, что температура стабилизировалась около какого-либо значения.

Б.2 В режиме “Работа” установить значение ***St*** равным температуре регулирования, т.е. равным тому, которое в дальнейшем будет поддерживать прибор.

Б.3 Войти в режим “Константы ПИД” (см. разд. 3.3.3).

Б.4 Выбрать и установить в соответствующем параметре приемлемое для конкретного выходного устройства значение периода следования импульсов ***Tfol***.

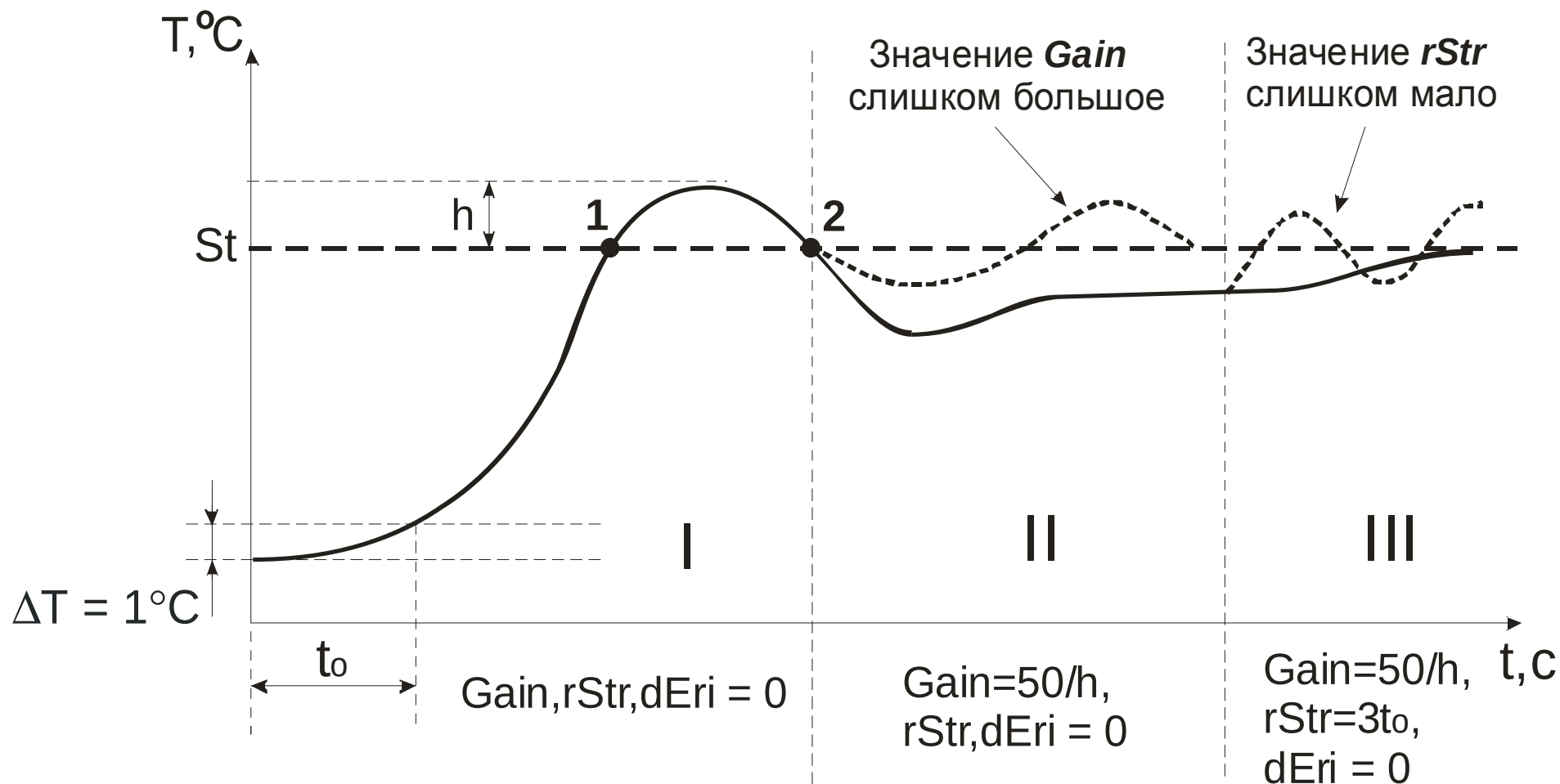
Б.5 Установить значения коэффициентов ***Gain***, ***rStr*** и ***dEri*** равными 0.

После перехода в режим регулирования (режим “Работа”, см. рисунок) исполнительный механизм будет включен до тех пор, пока не будет достигнута температура регулирования (уставка) ***St***.

Б.6 Включить электропитание исполнительного механизма. Измерить ***t₀*** – время от момента включения исполнительного механизма до момента изменения температуры на 1 градус.

Б.7 После выключения исполнительного механизма (точка 1) некоторое время температура будет изменяться по инерции. Определить максимальное отклонение температуры от уставки $T_{max} - St = h$.

Б.8 После того как, температура вновь станет ниже уставки ***St*** (точка 2) установить значение ***Gain*** = $50/h$ (стадия II на рисунке). Убедитесь, что при данном значении ***Gain*** не происходит достижения уставки ***St***. В противном случае значение ***Gain*** следует уменьшить.



Б.9 Если при значении **Gain** = $50/h$ разница между установившейся температурой и уставкой $St > h$ слишком велика, то значение **Gain** следует увеличить.

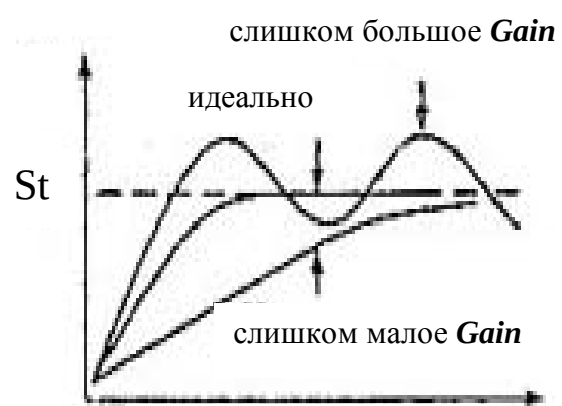
Б.10 Установить значение **rStr** = $3t_o$. Убедиться, что при данном значении **rStr** не возникают колебания температуры вокруг уставки (стадия III на рисунке).

Б.11 Для уменьшения колебаний увеличить значение ***rStr***, для увеличения скорости выхода на уставку – уменьшить ***rStr***.

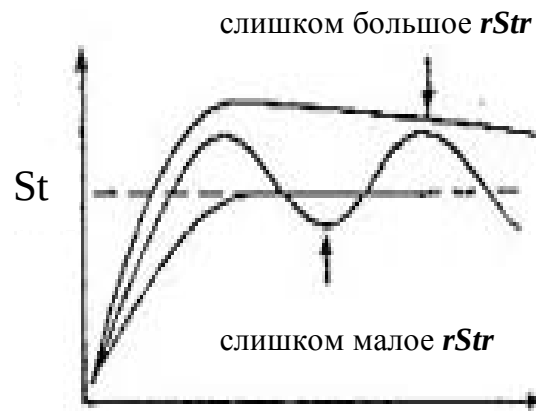
Б.12 Полученное в предыдущем пункте значение ***rStr*** разделить на 5 и записать результат в параметр ***dEri***.

Б.13 Значения параметров PID, определённые благодаря описанным выше процедурам, подобраны только приблизительно. Если их применение неудовлетворительно, надо дальше юстировать параметры PID, применяя следующие правила:

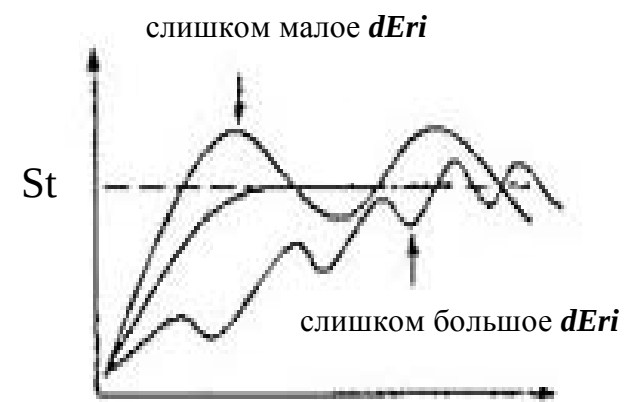
Порядок юстировки	Симптом	Решение
Полоса пропорциональности (P) <i>Gain</i>	Слишком медленный ответ	Увеличить <i>Gain</i>
	Большое перерегулирование или осцилляция	Уменьшить <i>Gain</i>
Время интегрирования (I) <i>rStr</i>	Слишком медленный ответ	Уменьшить <i>rStr</i>
	Нестабильность или осцилляция	Увеличить <i>rStr</i>
Время дифференцирования (D) <i>dEri</i>	Слишком медленный ответ или осцилляция	Уменьшить <i>dEri</i>
	Большое перерегулирование	Увеличить <i>dEri</i>



Действие Р



Действие I



Действие D

НПП «РегМик»

**14030, Украина, г.Чернигов,
ул.Одинцова, 9, офис 501**

Телефон/факс: (046-22) 3-61-84

Телефон моб.: (050) 465-40-35

WWW: www.regmik.ukrbiz.net

E-mail: sin@stu.cn.ua

ShkolaIgor@mail.ru